



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO  
AMBIENTE  
DOUTORADO EM ASSOCIAÇÃO PLENA EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE



UFPB



UEPB



UERN



UESC



UFAL



UFSE



UFRN



UFS



UFPI

JOSEVÂNIA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ESTUÁRIO DO RIO VAZABARRIS (SERGIPE) COM O USO DE *CRASSOSTREA BRASILIANA* (LAMARCK, 1819)**

São Cristóvão-SE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO  
AMBIENTE  
DOUTORADO EM ASSOCIAÇÃO PLENA EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE

JOSEVÂNIA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ESTUÁRIO DO RIO VAZABARRIS (SERGIPE) COM O USO DE *CRASSOSTREA BRASILIANA* (LAMARCK, 1819)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Sergipe.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosemeri Melo e Souza

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Edilma de Jesus Andrade

São Cristóvão-SE

Fevereiro/2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Oliveira, Josevânia de

O48a      Avaliação das condições ambientais do estuário do rio Vaza-Barris (Sergipe) como uso de *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) / Josevânia de Oliveira; orientador Rosemeri Melo e Souza. – São Cristóvão, SE, 2019.

251 f.: il.

Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Ostra. 2. Carcinicultura 3. Vaza-Barris, Rio, Estuário. 4. Marisco - Pesca. 5. Controle biológico. 6. Fatores hereditários e ambientais. I. Souza, Rosemeri Melo e, orient. III. Título

CDU: 502.51(282.05)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE  
DOUTORADO EM ASSOCIAÇÃO PLENA EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE

JOSEVÂNIA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ESTUÁRIO DO RIO VAZABARRIS (SERGIPE) COM O USO DE *CRASSOSTREA BRASILIANA* (LAMARCK, 1819)**

**BANCA EXAMINADORA**

Dra. Edilma de Jesus Andrade – Universidade Federal de Sergipe  
Coorientadora

Dr. Jailton de Jesus Costa – Universidade Federal de Sergipe  
Examinador interno

Dr. Roberto Rodrigues de Souza – Universidade Federal de Sergipe  
Examinador interno

Dr. Diégenes Félix da Silva Costa – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Examinador externo

Dra. Marta Cristina Vieira Farias – Universidade Federal de Sergipe  
Examinadora externa

Defesa: 27 de fevereiro de 2019.

## DEDICATÓRIA

A Deus por me dar força e persistência para superar cada obstáculo.  
Ao meu pai (*in memoriam*) que sempre está comigo, me guiando e torcendo por mim.  
Aos meus familiares, que, com certeza estão felizes com mais essa conquista.

## AGRADECIMENTOS

Ao ser superior que me deu força e sabedoria para desenvolver e finalizar este trabalho de tese.

À minha querida coorientadora e amiga, que o mestrado me proporcionou, professora Dra. Edilma de Jesus Andrade, por todo apoio, confiança, dedicação e orientação. Ser iluminado, que nunca mediu esforços para me ajudar.

À minha querida orientadora, professora Dra. Rosemeri Melo e Souza pela confiança, oportunidade e orientação.

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro à minha pesquisa por meio da concessão de bolsa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pelo conhecimento passado durante as disciplinas de doutorado, especialmente às professoras Ivana Sobral e Anita Lima. Cursar as disciplinas por vocês ministradas revelou novos horizontes na Biologia e no enriquecimento da minha pesquisa de doutoramento.

À coordenadora do PRODEMA e Professora Maria José Nascimento Soares, que dedica grande parte do seu tempo em cuidar e atender todas as demandas desse programa.

À minha amiga Dra. Cynthia Lara de Castro Manso, que me estendeu a mão na graduação, acolhendo-me no Laboratório de Invertebrados Marinhos (LABIMAR) e apresentando-me “o universo da pesquisa científica”.

Ao Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe, pelas análises das concentrações de metais.

À minha querida mãe, Maria Izaltina de Oliveira, por todo amor, carinho, e por apoiar sempre as minhas decisões.

Aos meus irmãos Josimeire de Oliveira Evangelista, Josineide de Oliveira Mendonça, Josenilton de Oliveira e Josivaldo de Oliveira, por sempre me apoiarem e torcer pelo meu sucesso.

Aos meus sobrinhos, Antônio, Guilherme, Gleyce Kelly, Kimberly Nicolly, Lucas e Laura por toda torcida, carinho e compreensão.

Ao meu noivo Fábio Moura, por todo amor, carinho, paciência, apoio, companheirismo e compreensão, e pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos queridos amigos Graça e Moura, pela amizade, torcida e momentos de descontração.

Às minhas amigas Andreza, Carol e Livia, que sempre torceram por mim e suportaram meus “desabafos e receios”.

Aos colaboradores de campo Andréa Lima e o geólogo Handrei Lima, por terem me apresentado o povoado Tinharé e a sua comunidade, acompanhando-me durante as conversas e aplicações dos questionários aos marisqueiros; ao Sr. Aristóteles, que foi o intermediário das idas a campo e quem me apresentou o Sr. Hélio; ao meu primo e matemático Everton de Jesus Rezende, que foi o motorista do transporte de campo e contribuiu na identificação dos marisqueiros na comunidade de Mem de Sá; ao meu noivo e economista Fábio Moura, pelo transporte de campo, por me ajudar nas coletas das amostras, na análise dos parâmetros ambientais, nas aplicações dos questionários, na preparação e encaminhamento das amostras ao ITPS. Ao Sr. Hélio, pescador e marisqueiro que esteve sempre comigo em todas as coletas, conduzindo o barco, coletando as amostras e apresentando o manguezal e toda a sua experiência com esse ecossistema (dono de um humor e uma simplicidade que contagiava todos ao seu redor); ao meu colega de doutorado e oceanógrafo Jonas Ricardo dos Santos, que auxiliou na identificação dos marisqueiros e no processo de aplicação dos questionários na comunidade Mem de Sá; à minha querida amiga e bióloga Livia Maria de Jesus Santos, pela disponibilidade de ajudar nas coletas e por compartilhar seu conhecimento.

Ao geólogo Mateus do Nascimento Santana, pela colaboração na confecção dos mapas temáticos desta tese.

Aos integrantes das comunidades de Mem de Sá e de Tinharé, por me receberem calorosamente e por compartilharem seus conhecimentos, que foram de fundamental relevância para a conclusão desta tese.

À Luzia do PRODEMA que sempre se mostrou pronta a ajudar.

Aos meus colegas do PRODEMA Ana Paula, Fran, Jonas e Nara, pelas conversas e pelo conhecimento compartilhado.

Enfim, a todos os colaboradores desta tese e a aqueles que estiveram ao meu lado de alguma forma nestes quatro anos de doutorado.

## O MANGUE AINDA PULSA

*Nosso mangue de beleza  
Que eles querem apagar  
Mostra em sua natureza  
Como a vida vai pulsar*

*Destruição e viadutos  
Jamais lhe podem vencer  
Pois o verde é o contributo  
Da vida que quer renascer*

*O mundo pede consciência  
A quem quer administrar  
Pois é sinal de demência  
Essa forma de comandar*

*Viva a luta dos ecologistas  
Que à vida querem prezar  
Pois mesmo que o poder insista  
A vida vai sempre pulsar....*

Francisco Djacyr Silva de Souza



## RESUMO

O rio Vaza-Barris destaca-se por apresentar grande parte de sua região estuarina ocupada pelo ecossistema manguezal. Nesse manguezal ocorrem ostras do gênero *Crassostrea*, que desempenham relevante papel biológico, econômico e social. A espécie *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) nativa do litoral sergipano tem sido bastante utilizada como indicador ambiental por apresentar muitas características que possibilitam revelar a contaminação de um ecossistema. De forma geral, este estudo trata da avaliação das condições ambientais do estuário do rio Vaza-Barris, em Sergipe, com o uso da espécie *C. brasiliiana*, e dos impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura para as comunidades costeiras. Além disso, busca-se identificar o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinhaaré (São Cristóvão) e avaliar a influência da salinidade, pH e temperatura sobre *C. brasiliiana*. Para investigar os impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil, foi realizado pesquisa documental e bibliográfica. Verificou-se que a ostreicultura e a carcinicultura são importantes socioeconomicamente, pois geram empregos e desempenham significativo papel na economia da região Nordeste e do país. Contudo, é imprescindível a realização de cursos de capacitação para os produtores e o desenvolvimento de tecnologia para o aprimoramento dessas atividades, com a finalidade de torná-las menos impactantes e mais rentáveis. Em relação à identificação dos principais impactos ambientais provocados pela carcinicultura marinha sobre o manguezal do rio Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE, foi realizado levantamento bibliográfico, análise das licenças expedidas para essa atividade em Sergipe e a elaboração de indicadores PEIR. Os principais impactos provocados pela carcinicultura foram a retirada da vegetação nativa, o manejo inadequado, descarte impróprio dos efluentes, introdução de espécies exóticas e disseminação de doenças. Observou-se a necessidade de regularização dos empreendimentos e sensibilização dos carcinicultores para que essa atividade ocorra de forma sustentável e em consonância com os instrumentos legais. Na identificação do perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinhaaré (São Cristóvão), em Sergipe, foram aplicados questionários buscando obter dados sobre os entrevistados, informações sobre a atividade de mariscagem e a presença de tensores ambientais nas proximidades do estuário. Em Mem de Sá e Tinhaaré observou-se a presença de casas rústicas e pequenas, baixo grau de escolaridade, baixa renda familiar, e que a mariscagem é realizada mais por mulheres. Os dados socioeconômicos apontam uma situação de baixa qualidade de vida dos moradores e das condições ambientais nessas comunidades, sendo necessário o desenvolvimento de ações que tornem a mariscagem uma atividade mais sustentável e valorizada. Para a avaliação das concentrações de cobre, ferro, zinco, manganês e chumbo nos tecidos de *C. brasiliiana* do manguezal do rio Vaza-Barris, foram realizadas coletas de ostras nos períodos de estiagem e chuvoso, em cinco pontos localizados no Vaza-Barris. Notou-se que, para o período de estiagem, ocorreu maior teor de Zn, seguido de Fe, Cu e Mn, e Pb não foi encontrado. No período chuvoso o Zn apresentou maior concentração, acompanhado de Fe, Pb, Cu e Mn. O cobre apresentou teores mais elevados na estação de estiagem e foi o único metal que se encontrou dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Os demais metais registraram concentrações maiores no período chuvoso, representando risco ao ambiente e ao ser humano. Os resultados apontaram a necessidade de medidas mais eficientes para o acompanhamento físico, químico e microbiológico do ambiente de origem dessas ostras. Com a finalidade de avaliar a influência da salinidade, pH e temperatura sobre *C. brasiliiana* nativa do manguezal do rio Vaza-Barris, foram realizadas coletas de ostras e medidas de temperatura, pH e salinidade. A temperatura e o pH mostraram-se favoráveis para o desenvolvimento de *C. brasiliiana*, ao contrário da salinidade que esteve apenas dentro da faixa de tolerância. Todos os exemplares encontraram-se em estágio adulto e em atividade sexual. *C. brasiliiana* se reproduz durante todo o ano no estuário do Vaza-Barris, com maior atividade reprodutiva nos meses com temperaturas e pH mais elevados (outubro) e salinidades mais baixas. Este trabalho de tese aponta que é possível, por meio do uso de *C. brasiliiana*, avaliar a sanidade ambiental do estuário do rio Vaza-Barris, e sugere medidas que possam reduzir os impactos ambientais na área, a fim de conservar esse ecossistema.

**Palavras-chave:** Ostra. Estuário. Carcinicultura marinha. Mariscagem. Bioconcentração. Fatores Ambientais.

## ABSTRACT

The Vaza-Barris river stands out due to the mangrove ecosystem that occupies a large part of its estuarine area. In this mangrove ecosystem, we find oysters of the genus *Crassostrea*, which play an essential biological, economic and social role. The species *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819), native to the Sergipe coast, has been widely used as an environmental indicator since its many characteristics make it possible to reveal the contamination of an ecosystem. This study evaluates the environmental conditions of the Vaza-Barris estuary, Sergipe, using the species *C. brasiliiana*, and analyses the environmental and socioeconomic impacts of oyster farming and shrimp farming for coastal communities. Furthermore, we identify the socioeconomic aspects of the oyster fishermen communities in Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) and Tinharé (São Cristóvão) and address the influence of salinity, pH and temperature on *C. brasiliiana*. Through documentary research and bibliographic review, it was verified that oyster farming and shrimp farming are socioeconomically important, playing a significant role in the economy of the Northeast region. However, in order to make these activities less impacting and more profitable, it is imperative to respect the good practices, conduct training courses for producers and develop new technologies. The study of the main environmental impacts caused by marine shrimp farming on the Vaza-Barris river's mangrove in São Cristóvão/SE was conducted using bibliographic survey; we analyze the licensing process for this activity in the area and propose environmental sustainability indicators. The main impacts caused by shrimp farming were the removal of native vegetation, inadequate management, improper effluents disposal, the introduction of exotic species and the dissemination of diseases. To address the identification of the socioeconomic aspects of the oyster fishermen communities in Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) and Tinharé (São Cristóvão), we constructed semi-structured questionnaires containing topics related to individual characteristics, oyster fishing activity and the occurrence of environmental tensors in the area. The presence of small and rustic houses, low level of schooling, a high number of family members in a household, low family income and irregular garbage collection were observed both in Mem de Sá and Tinharé. Oyster fishing is mostly performed by women. The results indicate poor environmental conditions in these communities and low quality of life of their residents. Thus, the development of policies that make Oyster fishing a more sustainable and valued activity is highly needed. To evaluate the concentrations of copper, iron, zinc, manganese and lead in the tissues of *Crassostrea brasiliiana*, oyster samples were obtained in the dry and rainy seasons at five different points located at Vaza-Barris river. It was observed that, in the dry season, a higher concentration of Zn occurred, followed by Fe, Cu, and Mn; Pb was not found. In the rainy season, Zn exhibited higher concentration, accompanied by Fe, Pb, Cu, and Mn. Copper exhibited higher levels in the dry season and was the only metal within the limits established by Brazilian legislation. The other metals exhibited higher concentrations in the rainy season, representing a risk to the environment and to the human being. The results indicate that more effective measures for physical, chemical and microbiological monitoring of the oysters' environment are needed. Lastly, we analyze the influence of salinity, pH, and temperature on *Crassostrea brasiliiana* in Vaza-Barris river. Temperature and pH were in a favorable range for the development of *C. brasiliiana*, although the salinity level was only within the tolerance range. All specimens were found in the adult stage and capable of sexual activity. The results indicate that *C. brasiliiana* reproduces throughout the year in the Vaza-Barris estuary, with higher reproductive activity in months with higher temperatures and pH (October) and lower salinity levels. This thesis concludes that it is possible to evaluate the environmental health of the Vaza-Barris estuary using *Crassostrea brasiliiana*, and we suggest measures that can reduce the environmental impacts in the area, in order to preserve this important ecosystem.

**Keywords:** Oyster. Estuary. Marine shrimp farming. Oyster Farming. Bioconcentration. Environmental Factors.

## RESUMEN

El río Vaza-Barris se destaca por presentar gran parte de su región estuarina ocupada por el ecosistema manglar. En ese manglar ocurren ostras del género *Crassostrea*, que desempeñan relevante papel biológico, económico y social. La especie *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) nativa del litoral sergipano, ha sido muy utilizada como indicador ambiental por presentar muchas características que posibilitan revelar la contaminación de un ecosistema. En general, este estudio trata de la evaluación de las condiciones ambientales del estuario del río Vaza-Barris, en Sergipe, con el uso de la especie *C. brasiliiana*, y de los impactos ambientales y socioeconómicos de la ostreicultura y la carcinicultura para las comunidades costeras. Además, se busca identificar el perfil socioeconómico de los recolectores de moluscos de las comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) y Tinharé (San Cristóbal) y evaluar la influencia de la salinidad, pH y temperatura sobre *C. brasiliiana*. Para investigar los impactos ambientales y socioeconómicos de la ostreicultura y la carcinicultura marina en la región Nordeste de Brasil, se realizó una investigación documental y bibliográfica. Se verificó que la ostreicultura y la carcinicultura son importantes socioeconómicamente, pues genera empleos y desempeña un papel significativo en la economía de la región Nordeste y del país. Sin embargo, es imprescindible la realización de cursos de capacitación para los productores y el desarrollo de tecnología para el perfeccionamiento de esas actividades, con el fin de hacerlas menos impactantes y más rentables. En cuanto a la identificación de los principales impactos ambientales provocados por la carcinicultura marina sobre el manglar del río Vaza-Barris, en San Cristóbal/SE, se realizó un levantamiento bibliográfico, análisis de las licencias expedidas para esa actividad en Sergipe y la elaboración de indicadores PEIR. Los principales impactos provocados por la carcinicultura fueron la retirada de la vegetación nativa, el manejo inadecuado, descarte impropio de los efluentes, introducción de especies exóticas y diseminación de enfermedades. Se observó la necesidad de regularización de los emprendimientos y sensibilización de los carcinóginos para que esa actividad ocurra de forma sostenible y en consonancia con los instrumentos legales. En la identificación del perfil socioeconómico de los recolectores de moluscos de las comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) y Tinharé (San Cristóbal), en Sergipe, se aplicaron cuestionarios buscando datos sobre los entrevistados, informaciones sobre la actividad de mariscado y la presencia de sensores ambientales en las proximidades del estuario. En Mem de Sá y Tinharé se observó la presencia de casas rústicas y pequeñas, bajo grado de escolaridad, baja renta familiar, y que la mariscación es realizada más por mujeres. Los datos socioeconómicos apuntan una situación de baja calidad de vida de los habitantes y de las condiciones ambientales en esas comunidades, siendo necesario el desarrollo de acciones que hagan la mariscación una actividad más sostenible y valorizada. Para la evaluación de las concentraciones de cobre, hierro, cinc, manganeso y plomo en los tejidos de *C. brasiliiana* del manglar del río Vaza-Barris. Se realizaron colectas de ostras en los períodos de sequía y lluvioso, en cinco puntos localizados en el Vaza-Barris. Se observó que, para el período de sequía ocurrió mayor contenido de Zn, seguido de Fe, Cu y Mn, y Pb no fue encontrado. En el período lluvioso el Zn presentó mayor concentración, acompañado de Fe, Pb, Cu y Mn. El cobre presentó niveles más elevados en la estación de estiaje y fue el único metal que se encontró dentro de los límites establecidos por la legislación brasileña. Los demás metales registran concentraciones mayores en el período lluvioso, representando riesgo al ambiente y al ser humano. Los resultados apuntaron la necesidad de medidas más eficientes para el seguimiento físico, químico y microbiológico del ambiente de origen de esas ostras. Con el fin de evaluar la influencia de la salinidad, pH y temperatura sobre *C. brasiliiana* nativa del manglar del río Vaza-Barris, se realizaron colectas de ostras y medidas de temperatura, pH y salinidad. La temperatura y el pH se mostraron favorables para el desarrollo de *C. brasiliiana*, a diferencia de la salinidad que estuvo sólo dentro del rango de tolerancia. Todos los ejemplares se encontraban en etapa adulta y en actividad sexual. *C. brasiliiana* se reproduce durante todo el año en el estuario del Vaza-Barris, con mayor actividad reproductiva en los meses con temperaturas y pH más elevados (octubre) y salinidades más bajas. Este trabajo de tesis apunta que es posible, a través del uso de *C. brasiliiana*, evaluar la sanidad ambiental del estuario del río Vaza-Barris, y sugiere medidas que puedan reducir los impactos ambientales en el área, a fin de conservar ese ecosistema.

**Palabras-clave:** Ostra. Estuario. Carcinicultura marina. Crustáceos. Bioconcentración. Factores Ambientales.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Localização da área de estudo. Com destaque para os pontos de coletas.....	69
Figura 2.2 -Vista de áreas impactadas no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe. ....	70
Figura 2.3 - Vista de exemplar de ostra da espécie <i>Crassostrea brasiliana</i> proveniente do manguezal do Vaza-Barris: <b>A.</b> Vista ventral e <b>B.</b> Vista dorsal. ....	71
Figura 2.4 - Vista interna de exemplar de <i>Crassostrea brasiliana</i> proveniente do manguezal do Vaza-Barris: <b>A.</b> Valva dorsal e <b>B.</b> Valva ventral. ....	72
Figura 2.5 - Localização do rio Vaza-Barris em Sergipe. Com destaque para os pontos de coleta das amostras.....	75
Figura 2.6 - Procedimentos realizados em campo. <b>A</b> e <b>B.</b> Exemplares de ostras nas raízes de mangue. <b>C.</b> Obtenção dos parâmetros ambientais. <b>D.</b> Coletas dos exemplares de ostras. ....	76
Figura 2.7 - Aplicação dos questionários aos marisqueiros. <b>A</b> e <b>B.</b> Comunidade da Ilha Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda/SE). <b>C.</b> Comunidade de Tinharé (São Cristóvão/SE). ....	77
Figura 2.8- Dados biométricos de <i>Crassostrea brasiliana</i> . ....	78
Figura 2.9 - Procedimentos realizados em campo e laboratório. <b>A.</b> Exemplares coletados. <b>B.</b> Pesagem das ostras. <b>C.</b> Análise gonadal. <b>D.</b> Estágio gonadal feminino. <b>E.</b> Estágio gonadal masculino.....	79
Figura 2.10- Fluxograma dos procedimentos metodológicos. ....	81
Figura 3.1 - Mapa do Brasil, em destaque na cor verde, área de estudo representada pela região Nordeste e seus estados.....	90
Figura 3.2 - Produção de ostra, vieiras e mexilhões (quilograma) nos estados nordestinos brasileiros, entre os anos de 2013 e 2017. ....	101
Figura 4.1- Áreas litorâneas, em verde na legenda os manguezais sergipanos, com destaque para o manguezal do Vaza-Barris. ....	125
Figura 4.2- Produção de camarão nos municípios sergipanos durante os anos de 2013 e 2014.	128
Figura 5.1- Área estuarina do rio Vaza-Barris. Em destaque as comunidades pesquisadas: Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão), Sergipe. ....	145
Figura 5.2- Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe. <b>A</b> e <b>B.</b> Vista do estuário do Vaza-Barris e do ecossistema manguezal; <b>C</b> e <b>D.</b> Vista da comunidade no povoado Mem de Sá. ....	147
Figura 5.3- Vista do estuário do Vaza-Barris e do ecossistema manguezal, povoado Tinharé, São Cristóvão, Sergipe (maio/2017).....	147
Figura 5.4- Aplicação dos questionários aos marisqueiros e/ou pescadores da comunidade Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe (agosto/2016).....	149
Figura 5.5- Aplicação dos questionários aos marisqueiros da comunidade Tinharé, São Cristóvão, Sergipe (maio/2017).....	149

Figura 6.1- Localização da área estuarina do rio Vaza-Barris, com os pontos de coleta.....	174
Figura 6.2 - Procedimentos de preparação, pesagem e biometria dos exemplares de <i>Crassostrea brasiliana</i> provenientes do estuário do Vaza-Barris, Sergipe. ....	177
Figura 6.3 - Dados biométricos (valores médios) dos exemplares de <i>C. brasiliana</i> provenientes de duas coletas em cinco pontos, localizados no manguezal do Vaza-Barris/SE. <b>A.</b> Comprimento da concha; <b>B.</b> Altura da concha; <b>C.</b> Largura da concha; <b>D.</b> Peso vivo da concha. ....	181
Figura 6.4 - Concentrações de metais (mg/100g) obtidas nos tecidos de <i>C. brasiliana</i> do estuário do Vaza-Barris/SE, nos cinco pontos de coleta nos dois períodos (2017 e 2018) analisados. <b>A.</b> Cobre (Cu); <b>B.</b> Ferro (Fe); <b>C.</b> Zinco (Zn); <b>D.</b> Manganês (Mn) e <b>E.</b> Chumbo (Pb). ....	184
Figura 6.5 - Distribuição das concentrações de metais em mg nos tecidos de <i>C. brasiliana</i> proveniente do período de estiagem, no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão, SE. ....	185
Figura 6.6 - Distribuição das concentrações de metais em mg nos tecidos de <i>C. brasiliana</i> proveniente do período chuvoso, no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE. ....	186
Figura 7.1 - Localização da área estuarina do rio Vaza-Barris, Sergipe, com os pontos de coleta. ....	207
Figura 7.2 - Pontos de coletas no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe: <b>A.</b> Riacho dos Porcos (ponto 1); <b>B.</b> Entrada de Tinhare (ponto 2); <b>C.</b> Riacho da Chica (ponto 3); <b>D.</b> Pedreiras (ponto 4); <b>E.</b> Ilha Grande (ponto 5). ....	209
Figura 7.3 - Dados biométricos obtidos nos exemplares de <i>Crassostrea brasiliana</i> . ....	210
Figura 7.4 - Box-Plot da variável altura dos exemplares de <i>C. brasiliana</i> , provenientes dos anos 2017 e 2018 no Vaza Barris. ....	219
Figura 7.5 - Contraste das médias anuais da variável altura dos exemplares de <i>C. brasiliana</i> entre os pontos de coleta e o ponto 1. ....	220
Figura 7.6 - Comparação entre os contrastes da variável altura da concha de <i>C. brasiliana</i> entre o ponto de coleta e ponto anterior. ....	221
Figura 7.7- Fotomicrografia das células germinativas dos exemplares de <i>Crassostrea brasiliana</i> provenientes da coleta piloto (ponto 0), localizado na área estuarina do Vaza-Barris, Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda/SE: <b>A</b> e <b>B.</b> Vista da gônada feminina com folículo. <b>C.</b> Vista da gônada em processo de maturação com ácidos gonádicos. <b>D.</b> Vista de células indiferenciadas. Aumento: 80x. ....	224
Figura 7.8 - Fotomicrografia das células germinativas dos exemplares de <i>C. brasiliana</i> provenientes de cinco pontos, localizado no estuário do Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE: <b>A.</b> Vista de células indiferenciadas. <b>B.</b> Vista da gônada com folículo isolado. <b>C</b> e <b>D.</b> Vista de gônada com folículos justapostos preenchido por gametas. Aumento: 80x. ....	225
Figura 7.9 - Fotomicrografia das células germinativas dos exemplares de <i>C. brasiliana</i> provenientes de cinco pontos, localizado no estuário do Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE: <b>A.</b> Vista de células indiferenciadas. <b>B.</b> Vista da gônada com presença de gonócitos primordiais. <b>C</b> e <b>D.</b> Vista de gônada com folículos justapostos preenchido por gametas. Aumento: 80x. ....	226

Figura 7.10 - Porcentagem de gêneros dos exemplares de *Crassostrea brasiliana* provenientes da coleta piloto (Ponto 0), Ilha Mem de Sá, estuário do Vaza-Barris, Itaporanga D'Ajuda/SE..... 228

Figura 7.11 - Porcentagem de gêneros dos exemplares de *C. brasiliana* provenientes de cinco pontos localizados no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE, no período de estiagem..... 229

Figura 7.12 - Porcentagem de gêneros dos exemplares de *C. brasiliana* proveniente de cinco pontos localizados no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE, no período chuvoso. .... 230

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Etapas de cultivo de ostra, caracterização e técnicas de manejo.....	93
Quadro 3.2 - Resumo das fases, consequências e etapas dos empreendimentos de cultivo de camarão.....	95
Quadro 4.1 - Indicadores de sustentabilidade proposto para auxiliar na avaliação de impactos ambientais provocado pela carcinicultura no manguezal do Vaza-Barris.....	131
Quadro 6.1- Dados biométricos dos exemplares de <i>C. brasiliiana</i> provenientes de cinco pontos localizados ao longo do estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE.....	178
Quadro 7.1- Dados físico-químicos obtidos dos pontos situados no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE. ....	214
Quadro 7.2 - Descrição dos estágios de desenvolvimento do tecido gonádico dos exemplares de <i>Crassostrea brasiliiana</i> . ....	227

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Produção de ostras, vieiras e mexilhões (quilograma) nas regiões brasileiras no período de 2013 a 2017. ....	100
Tabela 3.2 - Produção de camarão (quilograma) nas regiões brasileiras, entre os anos de 2013 e 2017. ....	105
Tabela 3.3 - Produção de camarão (quilograma) nos estados da região Nordeste do Brasil, nos anos de 2013 a 2017.....	106
Tabela 4.1 - Relação de municípios e licenças expedida pela ADEMA para Sergipe até março de 2016. Termo de Regulamentação da Carcinicultura (TRC); Renovação de Licença de Instalação (RLI); Renovação de Licença de Operação (RLO); Licença Simplificada (LS);.....	130
Tabela 5.1- Dados socioeconômicos de marisqueiros das comunidades Mem de Sá (2016), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe.....	151
Tabela 5.2 - Dados socioeconômicos relacionados às condições de moradia dos marisqueiros da comunidade Mem de Sá (2016), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe. ....	155
Tabela 5.3 - Dados sobre a mariscagem em Mem de Sá (2016), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe.....	157
Tabela 5.4 - Dados sobre as ostras e a poluição do estuário do Vaza-Barris em Mem de Sá (2006), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe.....	158
Tabela 6.1- Localização dos pontos de coletas em relação ao estuário do rio Vaza-Barris, São Cristóvão, Sergipe. ....	176
Tabela 7.1 - Localização dos pontos de coletas em relação ao estuário do Vaza-Barris, Sergipe, São Cristóvão/SE .....	208
Tabela 7.2 - Dados biométricos dos exemplares de <i>Crassostrea brasiliiana</i> provenientes dos pontos localizados no estuário do Vaza-Barris/SE.....	211
Tabela 7.3 - Estatísticas descritivas da altura da concha dos exemplares de <i>Crassostrea brasiliiana</i> , obtidos no ano 2017, em cinco pontos localizados no Vaza-Barris. ....	218
Tabela 7.4 - Estatísticas descritivas da altura da concha dos exemplares de <i>Crassostrea brasiliiana</i> , obtidos no ano 2018, em cinco ponto localizados no Vaza-Barris.....	218



**LISTA DE SIGLAS**

ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarão
ADEMA	Administração Estadual do Meio Ambiente
ANOVA	Análise de Variância
APA	Área de Proteção ambiental
APP	Áreas de Preservação Permanente
As	Arsênio
Cd	Cádmio
CEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cu	Cobre
D.P	Desvio Padrão
EG	Estágio Gonadal
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Environmental Protection Agency
Fe	Ferro
FER	Força-estado-Resposta
FPEIR	Força-Pressão-Estado-Impacto-Resposta
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico
ITPS	Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LS	Licença Simplificada
MAX	Máximo
MD	Margem direita
ME	Margem esquerda
Min	Mínimo
Mn	Manganês

Ni	Níquel
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
Pb	Chumbo
PEIR	Pressão-Estado-Impacto-Resposta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PMID	Parque dos Manguezais e Ilha de Deus
PRE	Pressão-Estado-Resposta
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
UPS	Unidade Prática de Salinidade
WHO	World Health Organization
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE QUADROS .....	xiv
LISTA DE SIGLAS .....	xvi
INTRODUÇÃO .....	22
REFERÊNCIAS .....	29
CAPÍTULO 1 .....	31
1. REFERENCIAL TEÓRICO .....	32
1.1. Ecossistema manguezal e sua importância.....	32
1.2. Ostreicultura e carcinicultura marinha na região nordeste.....	36
1.3. A carcinicultura marinha e seus impactos .....	38
1.4. Comunidades litorâneas e a mariscagem .....	41
1.5. Bioindicadores e <i>Crassostrea brasiliana</i> .....	43
1.6. Variações de metais traços no ambiente aquático .....	46
1.7. Parâmetros ambientais e <i>Crassostrea brasiliana</i> .....	52
REFERÊNCIAS .....	55
CAPÍTULO 2 .....	66
2. CONSTRUÇÃO DA PESQUISA .....	67
2.1. Área de estudo: estuário do rio Vaza-Barris .....	67
2.2. Descrição da espécie de ostra <i>Crassostrea brasiliana</i> (Lamarck, 1819) com base em Amaral (2010). .....	71
2.3. <i>Crassostrea brasiliana</i> como bioindicador .....	73
2.4. Métodos da pesquisa.....	74
2.4.1. Procedimentos de Campo .....	74
2.4.2. Procedimentos de Laboratório .....	77
2.4.3. Análises dos elementos químicos nos tecidos das ostras .....	79
2.4.4. Análise dos questionários .....	79
REFERÊNCIAS .....	83
CAPÍTULO 3 .....	85
3. IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA OSTREICULTURA E CARCINICULTURA MARINHA NA REGIÃO NORDESTE, BRASIL.....	86
3.1. INTRODUÇÃO.....	86
3.1.1. Ostreicultura na Região Nordeste.....	88
3.1.2. Carcinicultura na Região Nordeste .....	89

<b>3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>90</b>
3.2.1. Cultivo de Ostra .....	91
3.2.2. Cultivo de Camarão .....	93
<b>3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>97</b>
3.3.1. Impactos ambiental e socioeconômico da ostreicultura .....	97
3.3.2. Impactos ambiental e socioeconômico da carcinicultura .....	101
<b>3.4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>116</b>
<b>4. A CARCINICULTURA MARINHA E SEUS IMPACTOS NO MANGUEZAL DO VAZA-BARRIS EM SÃO CRISTÓVÃO/SE.....</b>	<b>117</b>
4.1. INTRODUÇÃO.....	117
4.2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	119
4.2.1. A carcinicultura e seus impactos .....	121
4.2.2. A Carcinicultura e o Licenciamento ambiental .....	123
4.3. MATERIAL E MÉTODO .....	125
4.3.1. Área de estudo .....	125
4.3.2. Coleta e análise dos dados .....	126
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	126
4.5. CONCLUSÕES.....	132
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>134</b>
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>139</b>
<b>5. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA MARISCAGEM PARA AS COMUNIDADES MEM DE SÁ E TINHARÉ, RIO VAZA-BARRIS, SERGIPE ....</b>	<b>140</b>
5.1. INTRODUÇÃO.....	140
5.2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	144
5.2.1. Área de estudo .....	144
5.2.2. Coleta dos dados .....	146
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	150
5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	161
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>164</b>
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>168</b>

<b>6. BIOCONCENTRAÇÃO DE METAIS (Cu, Fe, Zn, Mn e Pb) EM OSTRAS</b> <i>Crassostrea brasiliana</i> (Lamarck, 1819) NATIVA DO MANGUEZAL DO VAZABARRIS, SERGIPE .....	169
6.1. INTRODUÇÃO.....	169
6.2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	174
6.2.1. Amostragem.....	175
6.2.2. Dados biométricos .....	176
6.2.3. Método analítico.....	177
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	177
6.3.1. Dados Biométricos e físico-químicos.....	178
6.3.2. Concentrações de metais e condições ambientais .....	182
6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	191
REFERÊNCIAS .....	194
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>201</b>
<b>7. AVALIAÇÃO E INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE</b> <i>Crassostrea brasiliana</i> (Lamarck, 1819) NO MANGUEZAL DO RIO VAZABARRIS, SERGIPE .....	202
7.1. INTRODUÇÃO.....	202
7.2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	207
7.2.1. Área de estudo .....	207
7.2.2. Coleta de dados .....	208
7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	210
7.3.1. Dados biométricos e parâmetros ambientais .....	210
7.3.2. Crescimento de <i>Crassostrea brasiliana</i> .....	217
7.3.3. Ciclo reprodutivo de <i>Crassostrea brasiliana</i> .....	221
7.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	230
REFERÊNCIAS .....	233
<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>238</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>244</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>246</b>
<b>ANEXO III.....</b>	<b>247</b>
<b>ANEXO IV .....</b>	<b>249</b>

## INTRODUÇÃO

## INTRODUÇÃO

As zonas costeiras tropicais abrigam grande diversidade de ecossistemas, com destaque para os manguezais. Esse ecossistema é típico de regiões tropicais e subtropicais, de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, que sofrem influência direta das marés, sendo considerado extremamente importante para a manutenção da vida e exportação de nutrientes (SCHULER et al., 2004; LIMA, 2010). Segundo Hadlich et al. (2008), os manguezais participam da dinâmica geoambiental nas áreas litorâneas, cuja evolução depende dos fluxos de matéria e energia, os quais estão relacionados aos processos hidrodinâmicos originados das oscilações das marés, vinculando trocas proporcionadas pela interação e interdependência entre o manguezal e os ecossistemas adjacentes.

O Brasil apresenta a maior faixa de manguezal do mundo, estendendo-se do Cabo Orange, no extremo norte do Amapá, até o Rio Araranguá em Santa Catarina, ocupando aproximadamente 14 mil/km<sup>2</sup>, enquadrando o Brasil como o segundo maior detentor de áreas de manguezais do planeta (LACERDA, 2002). Sendo um dos ecossistemas mais importante e rico do mundo, o manguezal abriga muitos animais e plantas. É considerado como berçário para a fauna marinha, que se reproduz em abundância e se alimenta da matéria orgânica, desempenhando assim importante papel para a estruturação e consolidação do solo, além de contribuir para o equilíbrio ecológico (SNEDAKER et al., 1985).

Os impactos ambientais e a degradação dos manguezais têm aumentado, provocando grande desequilíbrio à fauna marinha de toda costa litorânea brasileira, o que pode ser observado através da redução dos estoques naturais de camarões, peixes, ostras, caranguejos, siris, entre outros habitantes dos manguezais (LIMA, 2010). Segundo Bendati (1997), as substâncias químicas resultantes da ação antrópica têm sido uma das principais preocupações dos programas de monitoramento ambiental em todo o mundo. Teixeira (2008) ressaltou que as áreas de manguezais no mundo têm diminuído consideravelmente nas últimas décadas devido à intensa exploração de seus recursos. O autor ainda mencionou que:

*As atividades desenvolvidas no entorno dos manguezais trazem grandes impactos para o ecossistema por interferirem direta ou indiretamente no desenvolvimento e regeneração das espécies do mangue. Os tensores antrópicos são exemplificados pelas canalizações e desvios dos cursos dos rios; a construção de pontes e portos e a retirada de areia nos estuários provocando um excesso de sedimentos; a mineração, contaminação por petróleo e resíduos domésticos e industriais (TEIXEIRA, 2008, p. 19).*

O Estado de Sergipe, localizado na região Nordeste, apresenta o litoral pouco recortado, contando, além das microbacias costeiras, com os estuários dos rios São Francisco, Japarutuba,

Sergipe, Vaza-Barris e Piauí/Real. Corresponde a uma linha de costa de aproximadamente 168km, sendo essa formada por planície litorânea e planície marinha, com predominância dessa última (ADEMA, 1984). Os manguezais do estuário sergipano apresentam variações fisionômicas, com características específicas de topografia, salinidade e movimentos oscilatórios das marés por diferentes formas de interferências no espaço e no tempo, o que permite o desenvolvimento de uma fauna particular (SANTOS et al., 2011).

O rio Vaza-Barris destaca-se, especialmente, pelo ecossistema manguezal, que ocupa a maior parte de sua região estuarina. Nesse estuário existem ostras nativas pertencentes ao gênero *Crassostrea*, as quais estão associadas ao ecossistema manguezal e são de grande importância para a população ribeirinha (ALMEIDA et al., 2014). As ostras são moluscos bivalves, pertencentes à família Ostreidae, que se caracterizam por apresentar hábitos filtradores, se alimentando, principalmente, de microalgas presentes no ambiente marinho. Possuem capacidade de concentrar em seus tecidos grandes quantidades de substâncias químicas, resíduos orgânicos e inorgânicos, e microrganismos presentes na água (DAME, 1996; MORAES, 2000; RABELO, 2001; ALMEIDA, 2014). Assim, a concentração desses elementos presentes na água e nos tecidos desses organismos reflete as condições ambientais.

Os impactos ambientais podem ser identificados e calculados de diversas formas. Uma delas é a utilização de organismos como indicadores biológicos. As ostras, moluscos pertencentes à classe Bivalvia, por serem animais filtradores e sensíveis aos fatores ambientais, têm sido amplamente estudadas, devido a sua grande capacidade de converter a produção primária do mar em proteína animal, através de seu mecanismo de alimentação, concentrando assim em seu trato digestório contaminantes bióticos e abióticos presentes no meio (BEIRÃO, 2006). Em relação aos ambientes aquáticos, incluindo os manguezais, um método frequentemente utilizado é o estudo com indicadores biológicos, sendo esses definidos como organismos que respondem a contaminantes ambientais a nível individual, que podem ser analisados no organismo ou na matriz biológica, sugerindo uma mudança do estado normal, que não pode ser observado no organismo intacto (ZANETTI, 2010).

Sendo assim, o uso de animais bioindicadores tem sido de grande importância no desenvolvimento de pesquisas relacionadas às condições ambientais dos meios aquáticos. Contudo, bioindicador é um termo que pode ser utilizado em diferentes contextos, desde indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão de vegetação, até mudanças climáticas, degradação dos solos e ecossistemas (McGEOCH, 1998). Segundo Rabelo (2001), a escolha desses organismos se dá principalmente pela capacidade de os mesmos acumularem



contaminantes sem apresentar aparentemente resposta tóxica. As ostras pertencentes ao gênero *Crassostrea* são moluscos bivalves que têm sido muito utilizados para avaliar as condições ambientais de diferentes ecossistemas. A ostra *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) é adaptada a substratos duros, sendo geralmente encontrada em costões rochosos e em raízes de árvore de mangue (CASTILHO-WESTPHAL, 2012).

Desta forma, *C. brasiliiana* (Lamarck, 1819) tem sido bastante utilizada como indicador ambiental por apresentar muitas das características que possibilitam revelar a contaminação de um ecossistema. Entre elas, por ser sedentários (sésseis) e eurialinos, apresentar hábito alimentar filtrador, com alta taxa de filtração, bem como a capacidade de acumular metais em seus tecidos sem apresentar sinais aparentes de toxicidade, e por sua ampla distribuição no litoral brasileiro, sendo encontrada do sul do Brasil até o Pará (norte). Além de sua relevância ecológica, esta espécie representa um importante recurso nutricional e econômico para as populações humanas em regiões costeiras (DALTRO, 2013).

Neste cenário, a construção desse estudo partiu do pressuposto da existência das alterações ambientais e da pressão antrópica, advinda do crescimento econômico, da expansão imobiliária, da implantação de empreendimentos de carcinicultura, da instalação de indústrias, da presença de atividades relacionadas à agropecuária, entre outros. A presença, na área de estudo, de todas essas atividades, aliadas às concentrações de metais nos tecidos de *Crassostrea brasiliiana*, aos parâmetros físico-químico, ao perfil socioeconômico dos catadores de moluscos, revelarão dados referentes às condições atuais do manguezal do Vaza-Barris diante da ação antropogênica e também dos fatores naturais.

O diagnóstico da emissão de poluentes é de suma importância para todas as áreas onde existe atividade antrópica, inclusive em se tratando de ambientes aquáticos e estuarinos, como é o caso do manguezal do rio Vaza-Barris. Zanette et al. (2006) enfatizaram a importância da realização de estudos referentes à qualidade da água e das ostras nativas. Siqueira (2008) também ressaltou a relevância de desenvolvimento de um programa de monitoramento para que possa ser verificada a provável bioacumulação de zinco, entre outros metais, nas ostras do Vaza-Barris, Sergipe. Teixeira (2008) destacou que os estudos referentes aos manguezais sergipanos ainda são incipientes e na maioria das vezes não disponíveis para pesquisa.

Diante do exposto, este trabalho de doutoramento traz a seguinte problemática de pesquisa: é possível identificar alguma espécie de molusco no estuário do rio Vaza-Barris/SE que apresente as características de um bom indicador das condições ambientais?

Com a finalidade de investigar esse questionamento, o objetivo geral deste estudo consiste em usar a espécie *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) para avaliar as condições ambientais do estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe. *C. brasiliiana* foi escolhida por ser um organismo representativo na área de estudo, apresentar hábito sedentário, dispor de características ecológicas bem conhecidas, ser de fácil identificação e capaz de ser coletada em todas as estações do ano, além de ser um organismo cujo tamanho possibilita a obtenção de material biológico necessário para a análise, características essas que, a princípio, classificam essa espécie como um bom bioindicador das condições ambientais.

Levando-se em consideração as problemáticas ambientais presentes na área de estudo e a importância da ostra não somente como bioindicador, mas também como um recurso natural que gera emprego e renda para as comunidades costeiras, foram elaborados os seguintes questionamentos complementares:

a) Quais são os impactos ambientais e socioeconômicos provocados pela ostreicultura e pela carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil?

b) Que impactos ambientais negativos os empreendimentos de carcinicultura marinha podem provocar no manguezal do rio Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE?

c) Qual o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão) em Sergipe, especialmente no tocante à coleta de ostras *Crassostrea*?

d) Por que *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) pode ser um ostreídeo indicado no biomonitoramento de contaminantes químicos (teores de zinco, cobre, ferro, manganês e chumbo) presentes no estuário do rio Vaza-Barris?

e) A espécie *C. brasiliiana* apresenta sensibilidade aos fatores ambientais como pH, temperatura e salinidade, em período de estiagem e chuvoso no estuário do Vaza-Barris?

Os questionamentos complementares nos direcionam para os objetivos específicos deste trabalho de tese:

- i. Investigar os impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil.
- ii. Identificar os entraves ambientais mais relevantes da carcinicultura marinha no estuário do rio Vaza-Barris em São Cristóvão, Sergipe, relacionando-os aos processos de licenciamento

dessa atividade, bem como elaborar indicadores de sustentabilidade visando subsidiar a avaliação de impactos ambientais provocados pela carcinicultura na área estudada.

- iii. Caracterizar o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades de Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinhaaré (São Cristóvão) e compreender melhor as condições de vida das famílias e sua relação com o manguezal como fonte de renda e alimentos, especialmente no tocante à coleta de ostras do gênero *Crassostrea*.
- iv. Avaliar em períodos de estiagem e chuvoso os dados biométricos e as concentrações dos elementos Cu, Fe, Zn, Mn e Pb, nos tecidos de *Crassostrea brasiliiana*, em cinco pontos no manguezal do rio Vaza-Barris/SE.
- v. Analisar em período chuvoso e de estiagem a influência dos parâmetros ambientais (salinidade, pH e temperatura) sobre a espécie de ostra *Crassostrea brasiliiana* nativa do manguezal do rio Vaza-Barris, Sergipe.

A estratégia empírica dessa pesquisa foi construída a partir da necessidade de investigar as condições ambientais do manguezal do Vaza-Barris, visto que esta área é de suma relevância para o equilíbrio ecológico, e principalmente para as comunidades ribeirinhas que sobrevivem da pesca artesanal, bem como pelas atividades impactantes que vêm sendo desenvolvidas nessa área.

A tese está estruturada em sete capítulos, além desta introdução, conclusões e sugestões. O primeiro capítulo trata das bases teóricas sobre os principais aspectos que descrevem a relevância dos manguezais, identificação dos impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura na região Nordeste, os impactos provocados pela carcinicultura marinha, o perfil socioeconômico das comunidades litorâneas e das marisqueiras, bem como as variações de metais traços no ambiente aquático, a importância do biomonitoramento e bioindicadores na avaliação das condições ambientais, especialmente no uso da espécie *Crassostrea brasiliiana* e a influência dos parâmetros ambientais sobre *C. brasiliiana*. Para tal, fez-se relevante compreender os principais fatores e atividades antrópicas que vêm contribuindo para degradar e reduzir as áreas de manguezais no mundo e em Sergipe. Além disso, entender de que maneira *C. brasiliiana* pode revelar as concentrações de contaminantes presentes no manguezal do Vaza-Barris.

O segundo capítulo refere-se à caracterização do rio Vaza-Barris, com destaque para sua área estuarina, incluindo sua importância ambiental e os principais impactos que vêm prejudicando a fauna e floral local. Além disso, apresenta uma descrição detalhada da espécie *Crassostrea brasiliiana* e também retrata a localização dos pontos amostrais e a metodologia adotada.

O terceiro capítulo versa sobre a investigação dos impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil, com o intuito de propor alternativas que venham auxiliar na redução dos impactos ambientais originados por essas atividades, a fim de que sejam implantadas e operem de forma sustentável, reduzindo a exploração dos recursos pesqueiros naturais e gerando renda, especialmente para as comunidades litorâneas. Este artigo foi submetido (2018) para a **Revista Arquivo de Ciências do Mar** e encontra-se em avaliação.

O quarto capítulo faz uma abordagem dos principais impactos ambientais provocados pelos empreendimentos de carcinicultura marinha sobre o manguezal do rio Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE e analisa o processo de licenciamento para essa atividade na área de estudo. Além disso, propõe indicadores de sustentabilidade ambiental com a finalidade de auxiliar na avaliação de impactos ambientais referentes à atividade de carcinicultura na área. O mesmo foi publicado na **Revista Rede** no ano de 2017.

O capítulo cinco trata dos aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos das comunidades Mem de Sá e Tinhaaré (Sergipe), compreendendo as condições de vida das famílias e sua relação com o manguezal como fonte de renda e alimentos. Partindo do pressuposto de que os mesmos, por ter um convívio diário e retirar, muitas vezes, parte do seu sustento diretamente desse ecossistema, possuem um conhecimento sobre os recursos pesqueiros e as condições ambientais desse ecossistema. Para tal, foram aplicados questionários contendo tópicos referentes aos dados pessoais dos entrevistados, atividade de mariscagem e presença de tensores ambientais nas proximidades do estuário, entre outros. Este artigo foi submetido, em 2018, a **Revista Fronteiras** e encontra-se em processo de avaliação.

No capítulo seis analisa-se as concentrações de cobre, ferro, zinco, manganês e chumbo presentes nos tecidos de *Crassostrea brasiliana* e também os dados biométricos referentes aos exemplares desta espécie, nos períodos de estiagem (out/17) e chuvoso (jul/18) no manguezal do Vaza-Barris/SE. A ideia desse artigo surgiu a partir dos interesses econômicos que esse ecossistema tem despertado nos últimos anos, principalmente relacionados à agricultura, expansão imobiliária, e implantação de empreendimentos de carcinicultura nas proximidades da área de estudo. Este artigo encontra-se em fase de elaboração (normas) e será submetido ao **Marine Pollution Bulletin**.

O capítulo sete aborda dados relacionados à influência dos parâmetros ambientais, como salinidade, pH e temperatura em diferentes períodos (estiagem e chuvoso) sobre os indivíduos de *Crassostrea brasiliana*, ostra nativa do manguezal do rio Vaza-Barris. Por mais que os organismos

desta espécie apresentem estratégias e resistência a esses fatores, os mesmos agem nos processos biológicos, principalmente relacionados ao desenvolvimento, crescimento, reprodução e obtenção de alimento. A motivação desse artigo manifestou-se da existência dos tensores ambientais naturais e antrópicos presentes no manguezal do Vaza-Barris, que podem contribuir nas alterações desses parâmetros físico-químicos. O referido artigo está em fase de confecção (normas) e será submetido ao **Journal of Coastal Research**.

Nas conclusões e sugestões, realizam-se o resgate das questões em estudo e das discussões em torno do cenário atual das condições ambientais do estuário do Vaza-Barris, considerando a preocupação com a exploração e degradação desordenada do ecossistema manguezal, apontando a relevância de pesquisas que abordem a importância dos manguezais, inclusive para o equilíbrio ecológico e para as comunidades ribeirinhas. Além disso, ressalta a necessidade de desenvolvimento de trabalhos acadêmicos em conjunto com as comunidades locais, detentoras de conhecimento êmico que poderá contribuir para a compreensão dos agravos ambientais presentes no manguezal estudado.

## REFERÊNCIAS

- ADEMA. **Levantamento da flora e caracterização dos bosques de mangue do estado de Sergipe**. Governo do Estado de Sergipe. Convênios: FINEP-Financiadora de estudos e projetos, SUDEPE-Superintendência do desenvolvimento da pesca e SUDENE-Superintendência do desenvolvimento do Nordeste, p.134, 1984.
- ALMEIDA, D. D.; RIBEIRO, R. O.; ARAÚJO, E. D.; FERREIRA, M. H; LOPES, A. C. M. Identificação molecular de ostras *Crassostrea* spp (Mollusca: Bivalvia) dos dois maiores estuários do Estado de Sergipe por PCR/RFLP. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, Aracaju v.2, n.2, p. 31-36, 2014.
- BENDATI, M. M. A. **Avaliação das concentrações de Cd, Cr, Pb, Cu e Zn em amostras de água, sedimento e *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) (Mollusca: Bivalvia) no Guaíba, RS**. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p.120, 1997.
- CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. Caracterização geomorfológica da zona costeira do Estado de Sergipe. **VI Simpósio Nacional de geomorfologia**, Goiânia-GO, 2006.
- CASTILHO-WESTPHAL, G. C. **Ecologia da ostra do mangue *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) em manguezais da Baía de Guaratuba-PR**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, p.118, 2012.
- DALTRO, A. C. S. **Aspectos socioeconômicos e qualidade dos moluscos bivalves através do monitoramento microbiológico e genético**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, p.117, 2013.
- DAME, R. F. Organismic level processes. In: Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach. New York: **CRC Press**. Cap. 3, 1996, p. 35-74.
- DIEGUES, A. C. S. **Povos e água: inventário das áreas úmidas brasileiras**. 2 ed, São Paulo, Brasil: NUPAUB-USP, p. 597, 2002.
- HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; CELINO, J. J. Apicuns na Baía de Todos os Santos: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: Queiroz, A. F. de S.; Celino, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Salvador: UFBA, 2008. cap. 2, p. 59-72.
- LIMA, A. V. O. Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização. Anais XVI Encontro de Nacional de Geógrafos de 25 a 30 de julho, Porto Alegre, RS. Moluscos. In: Seminário e workshop de tecnologias para aproveitamento integral do pescado. Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, p. 38-84, 2010.
- McQUEEN, D.; NOAK, H. Health promotion indicators: current status, issues and problems. **Health Promotion**, v.3, p.117-125, 1988.

MORAES, I. R.; DEL MASTRO, N. L.; JAKABI, M.; GELLI, D. S. Estudo da radiosensibilidade ao  $^{60}\text{Co}$  do *Vibrio cholerae* O<sup>1</sup> incorporado em ostras. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.1, p.39-32, 2000.

RABELO, M. F. **Aspectos fisiológicos e moleculares da ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) como sentinela da contaminação por Zn e Cd na Baía de Sepetiba, RJ.** Tese (Doutorado em Biofísica), Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, p.64, 2001.

SANTOS, H. V. S.; SANTOS, T. O.; HOLANDA, F. S. R. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do Rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 2, p. 166-178, 2011.

SCHULER, C. A. B.; ANDRADE, V. C.; SANTOS, D. S. O manguezal: composição e estrutura. In: LEÇA, E. E.; NEUMANN-LEITAO, S. N.; COSTA, M. F. **Oceanografia, um cenário tropical**. Recife: Bagaço, 2004.

SIQUEIRA, K. L. F. **Avaliação do sistema de cultivo de ostra do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) no estuário do rio Vaza-Barris (Sergipe).** Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju-SE, p.79, 2008.

SNEDAKER, S. C. Oil spill in mangrove. **Boletim de la Sociedad Venezolena de Ciencias Naturales**, 143: 423-442.

SOARES, M. L. G. **Estudo da biomassa na área de manguezais do sudeste do Brasil-Análise de modelos.** Tese (Doutorado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 79, 1997.

TEIXEIRA, K. C. S. **Propagação de plantas de mangue visando a recuperação de áreas degradadas.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, p.145, 2008.

ZANETTI, D. P. **A *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) é uma boa espécie indicadora da qualidade ambiental? Estudo de caso da área de proteção ambiental do Rio Mamanguape-PB.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa de Pós-graduação Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, p.41, 2010.

# **CAPÍTULO 1**

## **REFERENCIAL TEÓRICO**



## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1. Ecossistema manguezal e sua importância

Os manguezais ou florestas de mangues situam-se em áreas costeiras tropicais, inundadas pela água salobra formando um ecossistema especial do bioma Mata Atlântica, de grande relevância na formação da vida animal (BRANDÃO, 2011). Seu desenvolvimento ocorre nas áreas onde o relevo topográfico é suave e a amplitude das marés é alta, ou seja, na faixa situada entre os trópicos de câncer e capricórnio (23° e 27° N e 23° e 27° S). Contudo, em áreas onde o clima é mais rigoroso, o desenvolvimento é menor, pois esse ecossistema não sobrevive em temperaturas frias, ficando restritos às áreas tropicais e subtropicais do planeta onde a temperatura é quente e nas regiões onde o clima é úmido (REBELO; MEDEIROS, 1988; MIOLA, 2013).

Para Maciel (1991), o manguezal é um sistema ecológico costeiro tropical, dominado por espécies vegetais típicas, às quais estão associadas a outros componentes da flora e da fauna, adaptados a um substrato, periodicamente inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade. Esse ecossistema contribui para a estabilidade da linha da costa, impedindo o assoreamento de rios e de estuários, servindo de proteção contra a invasão do mar, sendo um importante habitat para a fauna e flora, além de ser considerado um berçário para inúmeras espécies. Também atua na grande produção primária de biomassa, e é utilizado como área para recreação, turismo e educação ambiental (DIEGUES, 2002). De acordo com o artigo 3º da Lei Federal nº 12.651/2012, em seu inciso XIII, manguezal é:

*Ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarina, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina (BRASIL, 2012).*

Cintrón et al. (1985) classificaram o manguezal em três tipos, baseando-se principalmente nos processos físicos predominantes em cada tipo de ambiente: ribeirão, franja e bacia. O manguezal denominado ribeirão constitui-se de florestas bem desenvolvidas, visto que nesse local entra uma grande quantidade de nutrientes e os níveis de salinidade são baixos, contribuindo para o desenvolvimento da vegetação. O manguezal do tipo franja está presente ao longo de costas protegidas ou ao redor de ilhas oceânicas, apresentando salinidade alta, pois são áreas localizadas próximas ao mar, ocorrendo menor entrada de nutrientes se comparado às florestas ribeirinhas. O manguezal designado bacia é formado por florestas que se desenvolvem ao longo de depressões, onde o fluxo de água, geralmente, é sazonal. Nesse, o fluxo das marés é menor se comparado aos

outros (ribeirinho e franja), e necessita de entrada de água da chuva para seu melhor desenvolvimento, visto que a precipitação excede o potencial de evapotranspiração.

Por muito tempo, o manguezal foi considerado um ambiente sem atrativos estéticos, lamacento, de mau cheiro, florestas escuras, inóspito pela presença constante de borrachudos, mosquitos pólvora, bem como transmissores de doenças (febre amarela e malária). Até meados da década de 1970, pensava-se nas áreas litorâneas, como praias limpas, portos confinados por concreto e experimentos de cultivo para aproveitar os terrenos dos velhos manguezais (BRANDÃO, 2011). Este enfoque foi em parte responsável pela diminuição das áreas de manguezais não somente no Brasil, mas também no mundo. Para Vannucci (2002), desde o século XVI, o desmatamento em áreas de manguezais vem ocorrendo no Brasil, porém naquela época o corte de árvores era provocado para obtenção de tinta utilizada para tingir tecidos em curtumes. Atualmente, a situação tornou-se mais crítica, após as descobertas das riquezas que esse ecossistema apresenta, bem como sua localização que coincide com a área de maior interesse para a ocupação humana.

Os manguezais são considerados importantes fontes de alimentos e sustento econômico de comunidades litorâneas, provendo abrigo e manutenção à rica e diversificada fauna associada, composta principalmente de peixes, moluscos e crustáceos, sendo um ecossistema muito rico em nutrientes e também muito importante no equilíbrio das zonas costeiras (ALMEIDA, 1995). Além disso, atua na manutenção da qualidade da água, fixação do sedimento, fornecimento de produção primária para o entorno e manutenção da biodiversidade (KRUG et al., 2007). Contudo, o que se tem notado é que com o aumento da densidade populacional nas grandes cidades, esses ecossistemas tornam-se locais alvos para especulação imobiliária, trazendo consigo prejuízos nas estruturas primordiais dos estuários, principalmente nas regiões litorâneas. Além disso, instalações de indústrias e implantações de projetos de carcinicultura também têm contribuído para a devastação das áreas de manguezais.

Lacerda et al. (2015) destacaram a importância do manguezal em relação à reciclagem de dejetos e os aspectos químicos, especialmente em áreas de contaminação por metais pesados. Os autores ainda ressaltam que o manguezal, ao reter o sedimento, o faz de uma forma quimicamente inerte, evitando a sua oxidação, pela ausência de oxigênio no sedimento. Desta forma, se ocorrer a devastação de manguezais em área industrial, a previsão é de um desastre ecológico sem precedentes, visto que metais podem ser liberados e absorvidos pela cadeia alimentar. Oliveira e Souza (2002) mencionaram que:

*Apesar da grande riqueza deste ecossistema, o mesmo vem efetivamente sendo ameaçado devido: à exploração de seus recursos naturais (madeira, pesca, crustáceos e moluscos); à poluição causada por lançamento de esgotos domésticos, industriais e hospitalares, por*

*derramamento de petróleo e por produtos químicos oriundos de defensivos agrícolas das áreas marginais; à ocupação indevida com deposição de lixo e construção civil; à invasão por comunidades carentes, bem como pelo assoreamento dos mangues a partir dos desmatamentos (OLIVEIRA e SOUZA, 2002, p.29).*

O manguezal é habitado em toda a sua extensão por diversos animais, desde formas microscópicas a macroscópicas. Amorim (2009) citou que a fauna presente nesse ecossistema é diversificada, e classifica os animais que a compõem em três grupos distintos: os residentes, representado por animais que vivem todo seu ciclo de vida nos mangues, como as ostras, crustáceos, entre outros; os semi-dependentes, constituído por animais que se utilizam do mangue durante alguma fase da vida, especialmente na fase juvenil, como várias espécies de peixes; e os visitantes, que são aqueles que usam o mangue como local de alimentação, como diversas espécies de aves marinhas. Dentre os grupos, destacam-se os invertebrados, por realizarem o primeiro elo da cadeia alimentar, consumindo partes de árvores, algas, detritos orgânicos e microrganismos, os quais são usados como alimento para outros animais.

A flora que compõem o manguezal é menos diversificada se comparada à fauna. Diante disso, Alongi (2002) fez referência que a flora desse ecossistema apresenta características específicas que tornam o mesmo funcional e estruturalmente único. Ainda cita que as características morfológicas e adaptações das árvores vão desde raízes aéreas, forma e estrutura das sementes, dispersão dos propágulos pelas correntes controladas pelas marés, rápido crescimento de copa, eficiente mecanismo de absorção de nutrientes e água, até mesmo resistência a ambientes hipersalinos. Segundo Oliveira e Souza (2002), essas características são adaptações importantes que a flora desenvolveu para sobreviver nesse ambiente de solo pouco compactado, pouco oxigenado e frequentemente inundado pelas marés.

De acordo com Suman (1994), nos últimos 20 anos o índice de desmatamento nos manguezais da América Latina foi de 20% a 65%. Para ele, as principais causas desse alto índice de destruição estão relacionadas a alguns fatores, como os aterros para agricultura, pecuária e construção civil, criação de camarão em cativeiro, extração de madeira, pesca excessiva, entre outros. Souza et al. (2013) relataram que os ecossistemas de manguezais vêm desaparecendo em todo o mundo a uma taxa de 1% a 2% ao ano. O Brasil, nos últimos 25 anos, já perdeu mais de 50 mil hectares de manguezais (FAO, 2007). Segundo Duke et al. (2007), isso ocorreu em função do desenvolvimento de algumas atividades, como aquicultura, urbanização, poluição e alteração em zonas superiores das bacias.

Grande parte das atividades resultantes da ação antrópica é depredatória e comprometem a sobrevivência dos manguezais. Dentre essas atividades, a carcinicultura é uma que vem se

destacando muito nos últimos anos no nordeste brasileiro, e com isso inúmeras áreas de manguezal foram devastadas para dar lugar aos viveiros de camarão. Essa atividade, além de destruir a vegetação, também polui os ambientes aquáticos adjacentes, pois as águas dos tanques, quando trocada, são lançadas no ambiente sem tratamento (KAMPEL et al., 2005). Lacerda (2002) também chamou atenção para a construção civil, que vem crescendo recentemente, o que está relacionado ao aumento da densidade demográfica, e a necessidade de desmatar e aterrar os manguezais para a construção de moradia, portos, indústrias, entre outros. Lacerda et al. (2015) mencionaram que:

*Nos últimos anos, o uso e a ocupação das regiões estuarinas tiveram um grande aumento devido à sua importância econômica para a população litorânea. Em vários países sob clima tropical, as atividades de aquicultura e crescimento urbano aparecem como fatores antrópicos relevantes para a modificação dos processos naturais envolvidos na evolução dos manguezais (LACERDA et al., 2015 p. 4).*

De acordo com a Resolução 01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), entende-se que impacto ambiental é:

*Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).*

Santos e Vilar (2012) relataram que, no litoral sergipano, a especulação imobiliária, juntamente com o crescimento das segundas residências, bem como a construção dos eixos estruturantes e o turismo, tem contribuído significativamente para as alterações paisagísticas, territoriais e sociogeográficas. Além disso, os autores chamaram atenção para:

*A ampliação dos eixos indutores de ocupação, as novas perspectivas de uso do litoral e o crescimento do número de turistas interessados no litoral sergipano são acompanhados do aumento de problemas ambientais e sociais, como por exemplo, a privatização da praia por construções de segundas residências na linha da costa, o desmonte de dunas, a produção de lixo, aterros de mangues, a pressão da especulação imobiliária, além da segregação socioespacial que consiste na “expulsão” dos nativos dos seus locais de origem para áreas mais afastadas do mar (SANTOS e VILAR, 2012, p.1205).*

Souza et al. (2016) observaram que parte dos manguezais presentes em Sergipe se encontra submetidos à forte pressão antrópica, principalmente em função da ocupação humana de seus entornos. Além disso, os mesmos ressaltam que as sedes de parte dos municípios sergipanos se desenvolveram de tal forma que se nota claramente a relação entre o crescimento de sua zona urbana e a fragmentação do manguezal. Carvalho e Fontes (2007) destacaram que as atividades antrópicas presentes na área de estudo, relacionadas à implantação de viveiros e tanques para o cultivo de camarão, bem como os empreendimentos imobiliários, vêm contribuindo para a redução das áreas de manguezal no Vaza-Barris. Nos últimos anos, as concentrações de metais traços no

manguezal têm aumentado. De acordo com Silva et al. (2010), os principais fatores são os lançamentos de resíduos contendo nível altos de zinco, cromo, entre outros, gerando concentrações tóxicas, causando acumulação nos organismos e reações como mudanças genéticas e formação de tumores.

## **1.2. Ostreicultura e carcinicultura marinha na região nordeste**

Com o esgotamento dos estoques pesqueiros gerado pelo excessivo esforço de pesca observado mundialmente, é necessário a elaboração de políticas de desenvolvimento sustentável para a aquicultura, já que essa atividade apresenta um grande potencial de contribuição para o desenvolvimento social da zona costeira (BARBIERI et al., 2014). A aquicultura corresponde ao cultivo de seres predominantemente aquáticos, em qualquer fase de desenvolvimento, mesmo aqueles que passam um menor tempo de sua existência em terra. Essa atividade envolve um espaço confinado e controlado e, para ser realizada, geralmente necessita de recursos naturais, como água, energia, solo, entre outros. Diante disso, surge a aquicultura sustentável que deve visar à produção lucrativa levando em consideração a conservação do meio ambiente e dos recursos naturais, bem como a promoção do desenvolvimento social (CAMARGO; POUEY, 2005; PASSARINHO, 2011). Dentre os ramos da aquicultura, a carcinicultura e a ostreicultura têm se destacado nos últimos anos pelo seu crescimento e pela sua relevância para a economia e para o desenvolvimento social.

Rocha et al. (2013) destacaram o grande potencial do Brasil para a ostreicultura e a carcinicultura, devido às condições naturais, o clima favorável e sua matriz energética. Esse potencial pode ser explicado pela sua extensão costeira de aproximadamente oito mil quilômetros. Porém, os autores ressaltam a importância dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, com a finalidade de elevar o patamar tecnológico e favorecer a competitividade e a sustentabilidade dessas atividades do país. Siqueira (2017) frisou que, com o desenvolvimento de novas técnicas de produção para a aquicultura, favoreceu-se o controle do ambiente aquático, proporcionando ganhos de produtividade e qualidade no cultivo de diversos tipos de animais e plantas aquáticas, com destaque para carcinicultura e ostreicultura. O autor ainda explicou que essas atividades podem proporcionar benefícios ambientais, já que podem ser desenvolvidas em pequenas áreas e geram uma maior quantidade de proteínas, contribuindo para a redução da pressão antrópica sobre as florestas.

A carcinicultura é uma atividade que se expande no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte e no Ceará. Atualmente, a Região Nordeste apresenta a maior concentração de

produção de camarão marinho do Brasil, formando arranjos produtivos locais como estratégia de organização da produção e sendo responsável por cerca de 99,3% da produção nacional (TAHIM; ARAÚJO JUNIOR, 2014). Essa disparidade para com os demais estados da federação deve-se, entre outros fatores, à extensa faixa litorânea nordestina e às condições climatológicas, hidrológicas e topográficas favoráveis para o cultivo do camarão (RIBEIRO et al., 2014). O cultivo de ostra teve seu início em território catarinense, por volta da década 1980; nos últimos anos, essa atividade passou a ter uma grande importância socioeconômica, estendendo-se também a outras regiões brasileiras, como o Nordeste (CORRÊA; ROSSO, 2011). Segundo Santos et al. (2017), a extração de moluscos bivalves, como as ostras, tem um relevante papel social para grande parte da população estuarina do Nordeste brasileiro, visto que as correntes marinhas que banham essa costa não sustentam grandes cardumes de peixes. Os autores mencionam que, a nível nacional, a produção de bivalves está distribuída em Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Sergipe e Bahia, sendo que nesse último a atividade de ostreicultura se encontra em um estágio incipiente.

A carcinicultura, quando não realizada de forma sustentável, pode trazer sérios prejuízos ao meio ambiente, já que as águas provenientes dos viveiros apresentam alta concentração de material orgânico em suspensão e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, decorrentes dos restos de alimentos fornecidos aos camarões, excreção, fitoplâncton e fertilizantes, que contribuem diretamente para a eutrofização das águas costeiras. O potencial poluidor da carcinicultura tem sido agravado devido à implantação dos empreendimentos em locais impróprios para o desenvolvimento dessa atividade, acompanhada de manejo inadequado, já que matéria orgânica excessiva em locais de baixa hidrodinâmica pode superar sua capacidade de mineralização, contribuindo para o acúmulo no sedimento (FREITAS et al., 2008; TRANCREDO et al., 2011). Natori et al. (2011) destacaram alguns desafios a serem superados pela atividade da carcinicultura, como a ocorrência de enfermidades nos cultivos, a intensificação dos sistemas produtivos, a definição técnica e economicamente viável de sistemas semi-intensivos ou extensivos, e a sustentabilidade ambiental dos cultivos. Por fim, os autores frisaram a relevância da busca por técnicas e equipamentos que possibilitem o melhoramento da qualidade da água, do solo e do manejo dos dejetos, assim como o desenvolvimento de rações menos poluidoras e do equilíbrio entre os setores econômico, social e ambiental.

A ostreicultura é reconhecida mundialmente como uma alternativa relevante de geração de emprego, renda e alimento, que tem contribuído para a fixação e permanência de comunidades tradicionais em seus locais de origem. De acordo com Cruz et al. (2015), a ostreicultura pode ser

considerada pouco prejudicial ao ambiente, especialmente quando comparado com a carcinicultura, principalmente pela não utilização de alimentos artificiais no manejo da produção, já que as ostras têm hábito alimentar filtrador e utilizam-se do alimento natural disponível no ambiente. Contudo, Santos e Moura (2017) destacaram que os resíduos produzidos pelos bivalves são benéficos ao ambiente marinho; porém, quando se trata de produção intensiva destes resíduos, como é comum em alguns cultivos, pode provocar impactos ambientais, como: forte odores em áreas de acumulação das conchas descartadas, poluição visual, assoreamento de áreas de cultivo, danos à atividade turística, alterações locais nos padrões físico-químicos da água, entre outros. Fagundes et al. (1996) salientaram a relevância da preservação ambiental para que a ostreicultura e a carcinicultura se desenvolvam em harmonia com o meio ambiente, assim como a necessidade de interação entre os empreendedores, os órgãos fiscalizadores e o poder público para a manutenção de boas condições ambientais e da qualidade de produção de ostras e camarões.

### **1.3. A carcinicultura marinha e seus impactos**

A aquicultura refere-se ao cultivo de plantas e animais em ambiente aquático controlado ou semicontrolado, que tem como seu principal habitat natural a água doce, salobra ou marinha (RIBEIRO et al., 2014; SIQUEIRA, 2017). Essa atividade provoca alterações no ambiente natural causando diferentes impactos. Os impactos ambientais compreendem um conjunto de atividades de ação antrópica que causam alterações no meio físico, biológico e socioeconômico. Atualmente, os ramos da aquicultura mais praticados no Brasil são a criação de ostras (ostreicultura), peixes (piscicultura) e camarões (carcinicultura). No Brasil, a carcinicultura comercial surgiu em 1970, porém foi a partir da década de 1990 que essa atividade se tornou mais intensa, com a introdução da espécie exótica de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. De acordo com Costa et al. (2017), essa espécie de camarão é a mais cultivada no Brasil e no mundo por apresentar características essenciais para o estabelecimento da atividade, como o rápido crescimento, altas taxas de produtividade e rentabilidade, rusticidade e capacidade de desenvolver-se em diferentes salinidades, facilidade de nutrição e manejo nas mais diferentes condições.

Nos últimos anos a carcinicultura tornou-se umas das atividades da aquicultura que mais cresce no Brasil, principalmente na região Nordeste. Isso se deu devido à redução dos estoques pesqueiros naturais, ao alto valor do produto, tanto no mercado interno, como no externo, bem como à disponibilidade de terras "baratas" para a instalação de fazendas de cultivo (RIBEIRO et al., 2014). Mesquita et al. (2012) explicaram que o Brasil apresenta um litoral com extensão correspondendo a 8.500km, e uma localização tropical que oferece condições ideais para a produção

de camarão. Entre as regiões brasileiras, Nordeste destacou-se pelas melhores condições ambientais para o desenvolvimento do cultivo de camarão, principalmente devido às altas temperaturas (22°C a 30°C). Essa atividade traz consequências socioeconômicas, políticas, tecnológicas e ambientais que precisam ser adequadamente acompanhadas para que possa ser sustentável a médio e longo prazo.

A carcinicultura caracteriza-se como uma atividade potencialmente poluidora por causar impactos negativos de grandes proporções sobre os recursos hídricos e a biodiversidade, pois utiliza das águas do manguezal tanto para captação, criação dos camarões, e para o lançamento dos efluentes gerados pelos viveiros. Além disso, para a instalação dos empreendimentos é necessário que haja a construção de canais e tanques, causando mudanças na drenagem, desvio ou impedimento do fluxo das marés, mudanças nas características físico-químicas do substrato, entre outros (FELIPE; OLIVEIRA, 2012). Perazzo (2012) chamou atenção para a construção de viveiros que têm destruído extensas áreas de mangues, reduzindo o habitat de diversas espécies, extinguindo áreas de apicuns e de expansão da vegetação de mangue, reduzindo a qualidade da água, provocando salinização do solo e aumentando a ocorrência de epidemias.

Os manguezais são ecossistemas altamente resilientes e resistentes que surgiram há cerca de 55,8 milhões de anos, compreendendo formações florestais que existem em áreas abrigadas do litoral tropical e subtropical, na área de convergência entre o continente e o mar (AMORIM, 2009). Segundo Silva (2010), esse ecossistema encontra-se associado às margens de baías, enseadas, barras fluviais, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras, onde ocorre encontro de águas de rios com a do mar, ou diretamente expostos à linha de costa. O manguezal apresenta uma biodiversidade riquíssima e desempenha um relevante papel na reprodução de inúmeras espécies, na manutenção da alta diversidade biológica, estrutural e funcional da zona costeira, a despeito da reduzida diversidade de espécies vegetais (JERONIMO; BALBINO, 2012). Para Amorim (2009), os manguezais são muito importantes principalmente em relação à conservação da diversidade biológica, oferecendo um habitat nutritivo, adequado para o ciclo de vida de inúmeras espécies animais (invertebrados e vertebrados). As espécies dos manguezais apresentam adaptações que permitiram a sobrevivência em áreas alagáveis, salinas, com pouco oxigênio e substrato inconsolidado.

Tahim (2018) explicou que os impactos originados pela carcinicultura relacionam-se com a forma de implantação dos projetos, práticas e manejo adotado, monitoramento e gerenciamento, políticas ambientais e suas regulamentações. O autor ainda fez uma crítica às legislações vigentes que não são claras, visto que cada estado interpreta de modo diferente, sendo que a maior dificuldade se refere à localização de implantação dos empreendimentos (salgados ou apicuns). A



resolução nº 312/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no Brasil é um dos principais instrumentos que estabelece os procedimentos para implantação e manutenção legal dos empreendimentos de carcinicultura, incluindo a obrigatoriedade do licenciamento ambiental e Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para empreendimentos com área superior a 50 ha. A resolução nº 312/02 do CONAMA também faz referência à atividade de carcinicultura, juntamente como o Decreto-Lei nº 24.348/34, que regula a saúde do animal e a eliminação de espécimes infectadas, e também o Decreto-Lei nº 986/69, que trata da segurança alimentar (RIBEIRO et al., 2014). Em Sergipe, o órgão responsável pelo licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura é a Administração Estadual do Meio Ambiental (ADEMA), por meio da Lei 5.057/2003 e a Lei Estadual nº 8.327/2017, que dispõem sobre a política estadual da carcinicultura (MUHLERT, 2014).

Em Sergipe, a carcinicultura iniciou-se no final da década de 90, e a partir desse momento passou a exercer intensa pressão no ecossistema manguezal. Em São Cristóvão/SE, a carcinicultura desenvolveu-se em grande parte em Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo que a maioria desses produtores tem uma relação histórica familiar com essa atividade, já que antigas áreas de salinas exploradas pelos seus pais ou avós foram transformadas em viveiros de camarão. Além disso, muitos empreendimentos funcionam sem ter o licenciamento adequado. Em Sergipe, a carcinicultura é classificada em duas categorias: aquelas pertencentes às terras baixas (não licenciadas) que se encontram inseridas em APP e aquelas de terras altas (licenciadas ou com possibilidades de licenciamento) localizadas fora da APP (MUHLERT, 2014). Em relação às questões ambientais, Carvalho e Fontes (2007) constataram que o manejo sustentável dos viveiros em Sergipe não foi efetivamente aplicado na maioria dos empreendimentos.

Ilha (2017) relatou que os principais impactos provocados pelo cultivo de camarão em São Cristóvão compreende a supressão do mangue, introdução de espécies exóticas, transmissão de doenças, descaracterização paisagística, assoreamento dos corpos hídricos, salinização do solo e eutrofização dos cursos d'água por meio do lançamento de efluentes dos viveiros sem tratamento. O autor ainda ressaltou que em alguns municípios sergipanos o cultivo de camarão ocorre intensivamente mesmo sem adotar boas práticas ambientais. Santos (2009) presenciou nos viveiros de camarão da Grande Aracaju/SE acúmulo de nutrientes e sugeriu que a origem dos nutrientes pode estar relacionada com a forma de manejo, insumos utilizados, como ração, fertilizantes e antibióticos, matéria orgânica acumulada, densidade de camarão nos viveiros e o emprego de área como descarte de esgoto doméstico *in natura*. Carvalho e Fontes (2007) afirmaram que no litoral sergipano o cultivo de camarão revelou singularidade em relação aos aspectos ambientais, sociais e econômicos, conseguindo ao mesmo tempo altos níveis de produtividade e rentabilidade,

impactando o ambiente e apresentando uma distribuição desigual da renda entre as categorias dessa atividade.

#### **1.4. Comunidades litorâneas e a mariscagem**

Nos últimos anos as comunidades pesqueiras vêm sofrendo inúmeros impactos que ameaçam o seu futuro, devido à degradação das áreas costeiras e principalmente das áreas estuarinas. O ecossistema manguezal é de extrema relevância para as comunidades ribeirinhas, sendo altamente produtivo e economicamente importante, pois dele provém boa parte das proteínas e minerais, como os peixes, mariscos, entre outros. Dias et al. (2007) ressaltaram que a gradativa destruição do meio ambiente causada pela poluição dos estuários e mangues associados à sobre-exploração de recursos pesqueiros e ao aterro de manguezais tem levado à redução de diversos produtos marinhos e estuarinos.

No Nordeste brasileiro, o extrativismo de moluscos bivalves é uma importante atividade econômica em várias comunidades costeiras. Cerca de 50.000 pessoas vivem exclusivamente da coleta de moluscos, com destaque para as ostras do gênero *Crassostrea*, entre outras espécies (PEREIRA et al., 2017). A mariscagem é uma atividade que pode ser realizada durante o ano inteiro, sendo que na estação chuvosa os organismos são encontrados em menor quantidade. Segundo Argôlo (2012), as mulheres pobres que compõem as comunidades litorâneas exploram diretamente o ambiente marinho, coletando espécies de moluscos e crustáceos das áreas de manguezais.

A mariscagem é uma atividade realizada mais frequentemente pelas mulheres e consiste na extração de moluscos bivalves no solo lodoso, retirados com o uso de artefatos fabricados artesanalmente; essa atividade geralmente envolve a família trabalhando em grupo (REIS, 2015). Caetano (2015) enfatizou que, na mariscagem, existem homens exercendo a atividade em um contingente muito menor que as mulheres. Ademais, o autor citou a importância de refletir sobre as dificuldades que essas mulheres passam no percurso de sua atividade, seja educacional, de saúde ou ambiental, bem como a necessidade de políticas públicas que possam melhorar o trabalho das marisqueiras e também contribuir com a valorização do saber produzido pelas mesmas na comunidade pesqueira, assegurando, com isso, a dignificação dessas pessoas.

Pena (2012) destacou que as marisqueiras executam o seu trabalho no arenoso da praia e no manguezal. Soares et al. (2015) mencionaram que os moluscos geralmente são processados de forma artesanal, nos quintais das casas das marisqueiras, onde são cozidos para a posterior retirada da carne. Ribeiro et al. (2016) ressaltaram a necessidade de implantação de políticas públicas

direcionadas para o desenvolvimento e aperfeiçoamento dessa atividade, bem como apoio à organização social da categoria, estruturação da cadeia produtiva voltada para a qualidade sanitária do produto e capacitação sobre as boas práticas de manipulação e conservação de ostras.

Para Oliveira (2016), nas comunidades litorâneas são comuns a falta de melhores oportunidades de trabalho e escassez dos serviços de infraestruturas. No tocante aos aspectos ambientais, essas comunidades apresentam sérios problemas decorrentes da falta de saneamento básico, como a presença de resíduos sólidos, falta de água tratada, problemas de saúde, bem como a degradação dos recursos naturais, a exemplo do desmatamento acelerado da vegetação de mangue, redução dos recursos pesqueiros e degradação do solo. Ribeiro et al. (2016) explicaram que a maioria dos membros que compõem as comunidades litorâneas apresentam renda inferior a um salário mínimo, sendo a mariscagem a principal fonte de renda, principalmente para as mulheres que ajudam no sustento de sua família. Grande parte das marisqueiras não são cadastradas nas cooperativas ou colônias, e a maioria apresenta grau de escolaridade correspondente ao ensino fundamental incompleto.

Nishida et al. (2008) chamaram atenção para a relevância do levantamento do quadro socioeconômico, pois o mesmo pode contribuir com informações importantes para identificar e caracterizar o contexto em que se dá a mariscagem, tornando-se essencial para que se possa estabelecer um entendimento mais claro das interações existentes entre a dimensão social e a perspectiva ecológica das problemáticas ambientais. Meireles et al. (2016) afirmaram que entender a forma de como os recursos naturais são utilizados pela comunidade tradicional de pescadores artesanais é o ponto chave para desenvolver propostas de conservação para uma maior sustentabilidade do meio ambiente e dos recursos pesqueiros naturais.

Segundo Aragão e Melo e Souza (2016), na comunidade da Ilha Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda/SE) a pesca artesanal baseia-se no conhecimento tradicional emanado das relações sociais imbuídas na maneira de utilização do ambiente em que se vive. Contudo, os autores relataram a necessidade de um plano eficaz no sentido da melhoria das estratégias de manejo que incluam novas rotas de comercialização e da organização do associativismo como condicionantes imprescindíveis para o aumento do desenvolvimento local e preservação do modo de vida. Além disso, os autores reforçaram a importância da participação da comunidade na construção e implantação dos instrumentos de planejamento, garantindo a participação nos conselhos gestores, com a finalidade de assegurar a participação dos mesmos nas políticas ambientais do litoral sergipano. Para a comunidade tradicional de São Cristóvão, como Tinharé, o pescador artesanal ou marisqueira são representadas pelo seu modo de viver e se relacionar com o meio ambiente; as

famílias são donas do seu meio de produção, utilizando equipamentos necessário para a pesca e extração de moluscos (TORRES, 2014).

### **1.5. Bioindicadores e *Crassostrea brasiliana***

Os ecossistemas aquáticos têm sido intensamente alterados em consequência dos múltiplos impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas (BLINI, 2015). Dentre esses, os manguezais têm sido bastante degradados nos últimos anos principalmente em áreas urbanas, os quais são aterrados devido à expansão imobiliária, além de receberem grandes cargas de esgotos industriais e domésticos *in natura*, bem como sedimentos e resíduos sólidos.

Os elementos traço são considerados essenciais do ponto de vista biológico e são encontrados naturalmente em pequenas quantidades na natureza provenientes de processos naturais. Mesmo sendo essenciais, sob condições específicas, podem provocar impactos negativos a ecossistemas terrestres e aquáticos, constituindo-se, assim, em contaminantes ou poluentes (CASTELLO, 2010). Para Rückert (2010), contaminante é todo elemento ou composto que ocorre em concentrações mais elevadas que os naturais. Poluente refere-se a qualquer matéria ou energia que interfira na saúde e segurança da população, além de prejudicar suas atividades sociais e econômicas. O autor ainda ressaltou que a presença de contaminantes pode qualitativa ou quantitativamente alterar as características naturais do meio, bem como sua utilização, provocando efeitos negativos e compondo poluição. Desta forma, o contaminante torna-se, então, um poluente.

Segundo Callisto et al. (2005), para avaliar as consequências da poluição nos ecossistemas aquáticos são necessários vários tipos de informações. Apesar de biomonitoramento ser um tópico recente nas ciências ambientais (LIMA, 2002), tem se mostrado o mais recomendado para identificar o nível de comprometimento da vida aquática e também para avaliar o nível de degradação ambiental. De acordo com Matthews et al. (1982), biomonitoramento consiste no uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, originadas, na maioria das vezes, pela ação antrópica. Com isso, biomonitoramento tornou-se uma relevante ferramenta em programas de monitoramento ambiental, visto que a biodisponibilidade dos contaminantes pode ser medida diretamente nos organismos bioindicadores.

Segundo Washington (1984), bioindicadores são espécies escolhidas por sua sensibilidade ou tolerância a vários parâmetros, como poluição orgânica ou outros tipos de poluentes. Para Callisto e Gonçalves (2002), os bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a intensidade de impactos ambientais em um ecossistema aquático. Domingos (2006) considerou bioindicadores como sendo espécies de

organismos vivos com características que favorecem a sua utilização na avaliação da saúde de um determinado ecossistema. Buss et al. (2003) ressaltaram que o uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os manguezais estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos.

Para a escolha de espécies bioindicadores, é preciso considerar alguns fatores importantes, entre esses: a espécie deve ser representativa na área de estudada; deve apresentar hábito sedentário ou de baixa mobilidade, a fim de que sua exposição aos contaminantes possa refletir as condições da região em estudo; dispor de características ecológicas bem conhecidas; as espécies bioindicadores devem ser de fácil identificação e coleta em todas as estações do ano; o tamanho do organismo é de grande relevância, pois deve possibilitar a obtenção de material biológico necessário para garantir a realização das análises propostas relacionadas aos fenômenos de bioacumulação e biomagnificação (DOMINGOS, 2006; FREITAS; SIQUEIRA-SOUZA, 2009). Paula (2010) citou que:

*Os bioindicadores fornecem sinais rápidos sobre problemas ambientais, mesmo respostas antes de o homem perceber sua ocorrência e amplitude; permitem que se identifiquem as causas e efeitos entre os agentes estressores e as biológicas; oferecem um panorama da resposta integrada dos organismos a modificações ambientais; permitem avaliar a efetividade de ações mitigadoras tomadas para contornar os problemas criados pelo homem (PAULA, 2010, p. 17).*

Klumpp (2001) classificou os organismos bioindicadores da seguinte forma:

- Organismos apontadores e indicadores ecológicos, que se refere àqueles que indicam o impacto da poluição por meio do tamanho de sua população, ou por sua presença ou desaparecimento sob certas condições ambientais;
- Organismos testes, que são indicadores padronizados usados em testes toxicológicos e ecotoxicológicos;
- Organismos monitores, que são os que mostram, qualitativa e quantitativamente, o impacto da poluição ambiental sobre organismos vivos usados para monitorar a qualidade da água. Este último grupo ainda pode ser utilizado no monitoramento passivo, que consiste no uso das espécies que já se encontram no ecossistema analisado, ou no monitoramento ativo, que se refere a introduzir organismos no ambiente estudado de forma padronizada.

Biomonitoramento também vem sendo bastante utilizado para definir reações, dependentes de uma variável temporal, a um fator ambiental antrópico ou modificado antropicamente, manifestadas através de respostas mensuráveis provenientes do bioindicador. Respostas essas que Matsuura (2000) chamou atenção, que devem ser comparáveis com situações padronizadas. Para

Kock e Kramer (1994), o biomonitoramento é uma prática que avalia a saúde ambiental de ecossistemas aquáticos e, conseqüentemente, a qualidade de suas águas. Apesar da importância do ambiente marinho, Moraes et al. (2011) mencionaram que o conhecimento para a proteção dos ecossistemas marinhos brasileiros contra a poluição é relativamente recente. Além disso, as medidas legislativas para prevenir ou reduzir sua deterioração são escassas ou fragilmente implementadas.

Devido à capacidade de bioconcentrar elementos traço e compostos orgânicos, alguns organismos aquáticos vêm sendo bastante utilizados, atualmente, como biomonitores da poluição em ambientes costeiros (CASTELLO, 2010). De acordo com Lüchmann (2012), para o monitoramento em ambiente aquático, peixes e moluscos bivalves são dois grupos que se destacam por ser predominantemente utilizados como bioindicadores de contaminação. Os peixes são comuns nos corpos d'água e possuem uma ampla variedade de nichos ecológicos, além de transportarem os contaminantes ao longo da cadeia trófica (PADMINI, 2010). Os bivalves, incluindo ostras e mexilhões, são amplamente utilizados como bioindicadores por apresentarem ampla distribuição geográfica e por ter hábito filtrador, o que contribui em altas taxas de acumulação de contaminantes em seus tecidos. Também são cosmopolitas, sésseis, eurialinos; além disso, representam um importante recurso nutricional e econômico para as comunidades que residem nas regiões costeiras (SHEEHAN; POWER, 1999; BAINY et al., 2000; CHEUNG et al., 2001; ICES, 2004).

Castello (2010) ressaltou que a bioacumulação de elementos traços em moluscos bivalves é evidente, mesmo em concentrações quase não detectáveis na água, em virtude da capacidade dos mesmos em concentrarem poluentes. Diante disso, a espécie de ostra *Crassostrea brasiliana* tem se destacado por ter importância econômica e ecológica, pois apresenta alta taxa de sobrevivência e é de fácil cultivo. Lazoski (2004) mencionou que esta espécie habita regiões estuarinas e de manguezais, as quais estão expostas frequentemente a contaminante de diferentes fontes. Além disso, apresenta vasta distribuição geográfica, sendo registrada desde sul do Brasil até o Pará, o que contribui para sua potencialidade no uso de programas de biomonitoramento ambiental na costa brasileira.

Desta forma, os moluscos bivalves, incluindo a espécie de ostra *C. brasiliana*, fornecem informações confiáveis em relação ao grau de poluição do ambiente e da quantidade que está biodisponível. Contudo, Liang et al. (2004) afirmaram que esses moluscos também podem concentrar contaminantes químicos como metais pesados, compostos organoclorados, hidrocarbonetos e elementos radioativos. Diante disso, são importantes bioindicadores de alterações ambientais, assim como biomarcadores para o monitoramento de contaminação no ambiente aquático. Os elementos traço são considerados essenciais do ponto de vista biológico, e são

encontrados naturalmente em pequenas quantidades na natureza provenientes de processos naturais. Mesmo sendo essenciais, sob condições específicas, podem provocar impactos negativos a ecossistemas terrestres e aquáticos, constituindo-se, assim, em contaminantes ou poluentes (CASTELLO, 2010).

### **1.6. Variações de metais traços no ambiente aquático**

Atualmente, a contaminação dos ambientes aquáticos, inclusive das áreas de manguezais, vem sendo alvo de muitas discussões, inclusive em relação à presença dos metais-traço nos referidos ecossistemas. A maioria desses ambientes recebe uma grande quantidade dos rejeitos produzidos nos centros urbanos e industriais, o que vem modificando as condições ambientais destes locais (NOBREGA, 2011). De acordo com Lucas e Barrella (2015), o intenso uso, a poluição e a contaminação provenientes de lançamentos de efluentes sem tratamento têm contribuído para o desequilíbrio ecológico e também para alterar os parâmetros ambientais nessas áreas.

Semmler (2007) destaca que os estuários são muito utilizados para a disposição de efluentes urbanos e industriais, contribuindo para a poluição das águas e da vida marinha por inúmeros poluentes. Mundialmente, observou-se um aumento nos níveis desses contaminantes, e essa constatação tem levado à formulação de estratégias para diminuir o impacto causado nesses ecossistemas. O grau de poluição desses ambientes pode colocar em risco a saúde das comunidades ribeirinhas que utilizam desse ambiente para o sustento e também para o lazer (MAIA et al., 2006). Segundo Silva (2010), a região estuarina apresenta-se ocupada por um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, denominada manguezal.

Segundo Cameron e Pritchard (1963), estuários são corpos de água costeiros semifechados que têm uma ligação livre com o mar e nos quais a água do mar se dilui, de forma mensurável, com água doce proveniente da drenagem terrestre. Fairbridge (1980) fez a definição mais completa dos estuários, referindo-os a uma reentrância de mar em um vale fluvial, estendendo-se até ao limite da propagação da maré dinâmica, e divisível em três setores: a) o baixo estuário (zona marítima) apresenta ligação aberta com o mar; b) o estuário médio, onde ocorre mistura intensa de água doce e salgada; e c) o estuário superior ou fluviomarítimo, com água doce, mas sujeito à influência da maré dinâmica.

As áreas estuarinas apresentam condições favoráveis (características físicas, químicas e hidrodinâmicas) para o desenvolvimento de muitas espécies marinhas, o que as tornam de grande relevância biológica. Silva et al. (2010) mencionaram que a fauna e a flora desenvolveram um alto nível de adaptação evolutiva a condições de estresse, pois os estuários têm temperatura e salinidade

variáveis, sedimentos lamosos, alta turbidez e topografia irregular. Este ecossistema atua como áreas de criação, refúgio temporário ou permanente de várias espécies (peixes, moluscos, entre outros) que são relevantes para a pesca artesanal e industrial. A contaminação por substâncias químicas orgânicas e inorgânicas são provenientes de várias fontes, entre estas, a ação antrópica, que podem ser de origem pontual, como lançamentos de esgotos urbanos e industriais, como deposição de resíduos sólidos, queima de combustíveis fósseis, entre outros (SOUSA, 2009).

Os metais traço são elementos químicos que ocorrem na natureza em pequenas concentrações. Alguns desses metais, como zinco, manganês, cobre e ferro, são essenciais aos seres vivos. Ainda em que pequenas concentrações, têm importante papel no metabolismo dos organismos aquáticos, uma vez que participam dos processos fisiológicos, tais como fotossíntese (manganês), cadeia respiratória (cobre) e fazem parte dos citocromos (PHILLIPS, 1991; LUCAS; BARRELLA, 2015). Dourados (2013) refere-se a metais traço como elementos químicos que estão presentes no ambiente em baixas concentrações, podendo se distribuir amplamente nos sistemas aquáticos, em forma de solução, compondo minerais ou ainda adsorvidos a partículas orgânicas e inorgânicas, acumulando-se nos sedimentos de fundo e entrando diretamente na cadeia alimentar através dos organismos filtradores.

Nos ambientes aquáticos sem ação antrópica, os metais traço estão principalmente ligados aos silicatos e aos minerais primários, enquanto que aqueles elementos químicos incorporados a partir de atividades antropogênicas apresentam maior mobilidade e estão ligados preferencialmente a outras fases dos sedimentos, (SAHUQUILLO et al., 2002). Nos estudos realizados por Lopes (2006) e Oliveira (2006), em estuários localizados próximos a empreendimentos de carcinicultura, foram observadas maiores concentrações de metais traços, inclusive ao longo de vários ciclos reprodutivos da carcinicultura, ocorrendo aumento nas concentrações de cobre e zinco no ambiente. Estes valores podem estar relacionados à quantidade desses elementos presente na ração fornecida no sistema de cultivo dos camarões. Lacerda et al. (200) mencionaram que, apesar da presença do Cu no cultivo intensivo de camarão não representar exposição significativa para os consumidores do camarão, essa atividade é fonte relevante deste metal para os sistemas aquáticos adjacentes.

Coimbra et al. (2013) afirmaram que as contaminações, mesmo em baixas concentrações, não são menos preocupantes, pois podem antecipar a perda de biodiversidade nos ecossistemas aquáticos, bem como aumentar consideravelmente a porcentagem de contaminação humana por consumo de organismos desses ambientes. É relevante compreender a importância dos metais, toxicidade e suas fontes geradoras. Nesse sentido, serão apresentados a seguir os metais traços que serão analisados nesse estudo.



## **Cobre - Cu**

É um metal responsável pela transferência de elétrons sendo importante para a homeostasia de funções fisiológicas como a respiração celular, a defesa contra radicais livres e a síntese de melanina. Também desempenha um papel muito relevante na ativação ou repressão da transcrição de genes. É um micronutriente essencial e estimula o crescimento dos organismos aquáticos; atua na integridade estrutural de tecidos de diversos organismos, inclusive do homem. Grande parte deste micronutriente é adquirida por meio da ingestão de legumes, carnes, frutos secos, bebidas e água. O consumo diário de cobre em adultos varia entre 0,9 e 2,2 mg (BAIRELE et al., 2010; DELGADINHO, 2014). O cobre transporta-se facilmente na forma dissolvida e fixa-se rapidamente aos sedimentos (JESUS, 2011). Este elemento é altamente tóxico para grande parte dos representantes da fauna aquáticas, inclusive para a maioria dos invertebrados marinhos e de água doce.

O cobre, geralmente, não se acumula na cadeia alimentar, sendo essencial até certa concentração para os animais como peixes e ostras. Inúmeras aplicações do cobre o liberam para o meio ambiente, entre estas o uso em equipamentos elétricos, como catalisadores químicos, como tintas anti-incrustantes e produtos químicos utilizados na preservação de madeira. Além disso, o escoamento urbano também é uma fonte considerável de Cu para o ecossistema. O cobre nas áreas estuarinas tem comportamento, distribuição, transporte e biodisponibilidade controlados por inúmeros processos biogeoquímicos, como complexação, adsorção, dessorção, precipitação, entre outros, que ocorrem tanto na coluna de água quanto no sedimento (ANJOS, 2006).

## **Zinco - Zn**

Elemento considerado como o 25º mais abundante na crosta terrestre, ocorre em vários minerais e em diferentes formas. Amplamente distribuído na natureza, ocorrendo nos solos e, como nutriente essencial, nas plantas em geral. Seu maior uso é na galvanização de produtos de ferro (Fe), proporcionando uma cobertura resistente à corrosão. É utilizado em baterias, fertilizantes, aros e rodas de veículos, tintas, plásticos, borrachas, em alguns cosméticos como pós e bases faciais e produtos farmacêuticos como, por exemplo, em complexos vitamínicos (MOORE; RAMAMOORTHY, 1984; LESTER, 1987). A toxicidade do zinco para as plantas aquáticas é bastante variável: isso se deve à capacidade de muitas espécies em se adaptar a concentrações altas de zinco na água (MOORE; RAMAMOORTHY, 1984).

Este elemento atua em processos enzimáticos, na estabilização da estrutura molecular dos componentes celulares da membrana, em processos metabólicos, no sistema imune saudável, sendo essencial para o crescimento e desenvolvimento normal durante a gestação, a infância e a adolescência. O zinco é relevante para o desenvolvimento tecidual, na regeneração de feridas, no crescimento e manutenção do tecido conectivo, mineralização óssea, coagulação do sangue, funções cognitivas, e produção de esperma. Além disso, é indispensável para atividades de enzimas que participam diretamente da síntese de DNA e RNA, atuando ainda na divisão celular e em diversos fatores de transcrição, principalmente nas proteínas que reconhecem sequências específicas de DNA e regulam a transcrição dos genes (MAFRA; COZZOLINO, 2004; DELGADINHO, 2014).

O zinco é encontrado em diversos alimentos como nas ostras, carnes vermelhas, aves, alguns pescados, mariscos, entre outros. Muito embora o envenenamento por zinco através da ingestão de peixes ou moluscos altamente contaminados seja improvável, pois os mesmos, devido à coloração azul-esverdeada produzida, são rejeitados para consumo, há o risco potencial e as doses excessivas desse metal podem causar problemas pulmonares, febre, calafrios. A deficiência em humanos pode resultar em consequências sérias para a saúde, incluindo crescimento retardado, anorexia, dermatite, depressão entre outros (NAGASHIMA et al., 2009).

### **Ferro - Fe**

É considerado o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre, correspondendo a 6,2% de seu peso. Apesar desse metal ser um elemento essencial, pode provocar doenças hepáticas e cardíacas, diabetes, disfunções hormonais e do sistema imunológico, e também alterações na pigmentação da pele quando presente em alta concentração no organismo (RAMOS, 2011). Segundo Lucas e Barrella (2015), o ferro é um micronutriente de suma importância para o bom funcionamento do metabolismo dos seres vivos, e tem grande influência na ciclagem de outros nutrientes relevantes, como é o caso do fosfato. Atualmente, não se sabe ao certo quais os efeitos da contaminação de Fe ao meio, porém em alguns casos notou-se a perda de peso e o aumento da mortalidade em populações de mexilhões (CLARCK, 1996).

O ferro é essencial para a homeostase celular, para o transporte de oxigênio, para a síntese de DNA e para o metabolismo energético. No homem o ferro participa principalmente na síntese da hemoglobina (Hb) nos eritroblastos, da mioglobina nos músculos e dos citocromos no fígado. A deficiência desse mineral no organismo origina consequências, sendo a anemia a mais relevante. Além disso, a acumulação ou excesso desse elemento é

extremamente nocivo para os tecidos, visto que a presença de ferro livre promove a síntese de espécies reativas de oxigênio (ROS) que são tóxicas e lesam proteínas, lipídios e DNA. Dessa forma, é preciso a ocorrência equilibrada de ferro no metabolismo, com finalidade de promover a manutenção das funções celulares essenciais e evitar possíveis danos nos tecidos (DELGADINHO, 2014).

Dentre os frutos do mar, as ostras são consideradas as melhores fontes de zinco. Tal elemento chega ao ambiente de forma natural através da sedimentação, dos processos químicos e hidrotérmicos das rochas, ou através da ação antrópica por meio de efluentes industriais, mineração, fundição, soldagem, efluentes de esgoto, fertilizantes e escoamento superficial urbano (JESUS, 2011; MILAZZO, 2011; LUCAS; BARRELLA, 2015). Os principais compostos de ferro utilizados na indústria são óxidos, carbonatos e sulfetos, com aplicação na indústria metalúrgica, siderurgia e fabricação de abrasivos e compostos para polimento, imãs, tintas, pigmentos e soldagem de metais.

### **Manganês - Mn**

Metal essencial nos sistemas aquáticos apresenta a capacidade de desempenhar um relevante processo na ciclagem dos metais traços. Por isso, existe um considerável interesse no comportamento do Mn em ecossistemas aquáticos. Contudo, em pequenas quantidades é um elemento essencial ao crescimento das plantas, daí sua aplicação em fertilizantes (RAMOS, 2011). É encontrado naturalmente em rochas ígneas e também produzido em grande escala por indústrias químicas. Na água assume uma coloração negra e pode provocar distúrbio neurológico nos seres humanos (JESUS, 2011). As descargas industriais, rejeitos de minas, bem como fertilizantes e determinados tipos de desinfetantes, podem contribuir para o aumento das concentrações desse elemento no ambiente, principalmente nos aquáticos (CONCEIÇÃO, 2005).

O manganês (Mn) é essencial para seres vivos, desempenhando um papel importante na função do sistema nervoso, mineralização dos ossos, no metabolismo energético e de proteínas, regulação metabólica e proteção celular. Porém, a exposição crônica a este elemento, principalmente durante estágios embrionários, pode provocar inúmeros eventos tóxicos, sendo que o sistema nervoso central é o alvo principal (HERNÁNDEZ et al., 2011). O excesso de manganês no organismo pode provocar problemas neurológicos. A síndrome conhecida como “manganismo” é caracterizada por fraqueza, anorexia, dores musculares, apatia, fala lenta, tom monótono de voz, expressão de voz sem emotividade, movimentos desajeitados de pernas e braços, sendo que, em geral, esses efeitos são irreversíveis. Além disso, alta exposição ao

Mn tem sido associada a doenças como Alzheimers, esclerose lateral amiotrófica, Parkinsons, esquizofrenia e autismo (HERNÁNDEZ et al., 2011).

### **Chumbo – Pb**

Metal de ocorrência natural nos solos, devido ao comportamento específico esse elemento concentra-se em regiões ácidas dos solos, resultando do intemperismo químico de rochas magmáticas e sedimentos argilosos. A presença desse metal no ambiente pode causar uma série de problemas aos organismos, incluindo redução no crescimento e até extinção da vegetação, contaminação das águas superficiais e aquíferos. Ademais, esse metal não possui nenhuma função fisiológica conhecida no organismo e pode provocar sérios danos à saúde, apresentando toxicidade direta para humanos, animais e microrganismos (SOUZA et al., 2015; UBEL et al., 2017). Nas plantas o Pb pode alterar a germinação, a fotossíntese, a mitose, a absorção de água, os distúrbios nutricionais, a permeabilidade das membranas celulares, além da inibição da respiração. Para Okoye et al. (2010), os corpos d'água tornam-se grandes depósitos de chumbo, mesmo não estando em contato direto com poluentes, apenas pelo fato de rios e córregos atravessarem áreas agrícolas que utilizam de pesticidas e fungicidas em larga escala, e a partir de sua movimentação horizontal através dos leitos, transportam ao longo do seu curso contaminantes como o chumbo (OKOYE et al., 2010).

Segundo Rocha et al. (2017), o chumbo é um metal pesado e facilmente maleável, resistente à corrosão e com baixo ponto de fusão, bastante utilizado em muitas indústrias, como: automobilísticas, tintas e estabilizantes para plásticos, produção de cerâmicas, soldagem e petrolífera, sendo atualmente um dos poluentes ocupacionais e ambientais mais preocupantes. A contaminação deste elemento se dá por inalação ou ingestão, tanto que os tratos gastrointestinais e respiratórios são os principais sítios de absorção do chumbo. De acordo com Schifer et al. (2005), grande parte da incidência de intoxicação por chumbo ocorre por meio da contaminação ambiental, pela ingestão de alimentos e bebidas contaminadas e por partículas suspensas no ar. Os autores destacaram que, na intoxicação crônica que é a mais comum, observa-se anorexia, perda de peso, apatia ou irritabilidade, vômitos ocasionais, fadiga e anemia. Além disso, podendo ser notado também a falta de coordenação, dores vagas nos ombros, articulações e abdômen, irritabilidade, vômitos intermitentes, distúrbios sensitivos das extremidades, transtornos do ciclo menstrual, bem como pode causar toxicidade na medula óssea, fígado, rins e no Sistema Nervoso Central, visto que o Pb interfere no funcionamento das membranas celulares e das enzimas.

### 1.7. Parâmetros ambientais e *Crassostrea brasiliana*

Os fatores abióticos como temperatura, salinidade e pH destacam-se por desempenhar grande influência na distribuição, abundância e sobrevivência de organismos marinhos, como as ostras. Segundo Albuquerque (2012), nos moluscos bivalves esses fatores podem afetar os processos fisiológicos e delimitar a habilidade e oportunidade para alimentação, e principalmente a seleção de locais para fixação. Vilar et al. (2012) explicaram que na área estuarina, além da produtividade primária, outros parâmetros ambientais como substrato, profundidade, intensidade da corrente e da luz, ação dos ventos, temperatura e a salinidade podem interferir direta ou indiretamente o desenvolvimento das ostras. Ramos e Castro (2004) ressaltaram a relevância de conhecer as variáveis ambientais, com a finalidade de compreender o desenvolvimento dos organismos cultivados ou alterações no seu ciclo biológico, que refletem diretamente o meio em que vivem.

As ostras são moluscos pertencentes à família Ostreidae e seu habitat natural inclui zonas costeiras protegidas e estuarinas. As ostras pertencentes ao gênero *Crassostrea* destacam-se por apresentar tolerância às variações dos fatores físico-químicos do ambiente, e devido à sua ampla capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais, permitindo que sejam encontradas distribuídas em diferentes regiões (OLIVEIRA, 2014; CARGNIN, 2017). Segundo Christo (2006) e Castilho-Westphal (2012), dentre as espécies de ostras que ocorrem no território brasileiro, *Crassostrea brasiliana* e *C. rhizophorae* destacam-se devido ao interesse econômico de sua exploração comercial e social para as comunidades tradicionais. Contudo, *C. brasiliana* aparece na literatura como sendo a ostra nativa que melhor se adapta ao cultivo, por apresentar maior taxa de crescimento e ocorrer em praticamente todo o litoral brasileiro.

*C. brasiliana* pode ser encontrada no ambiente fixada em substrato (detritos e conchas) duro ou raízes de árvore do mangue, onde vivem sedentariamente na zona entre marés, em profundidades em torno de 5 e 40 m. Paixão (2012) explicou a relevância do conhecimento da biologia reprodutiva das ostras, a definição dos estágios gonadais, período reprodutivo e a relação entre a produção de gametas e os fatores ambientais. Segundo Manzoni e Schmitt (2006), o desenvolvimento gonadal e os níveis de glicogênio indicam que as ostras se encontram maduras sexualmente durante a primavera, sendo esse período do ano em que ocorre a desova e consequentemente a reprodução em massa, pois a temperatura encontra-se mais elevada e a salinidade mais baixa.

No tocante aos parâmetros ambientais, *C. brasiliana* suporta grandes amplitudes de temperatura e salinidade, sendo considerada uma espécie euri térmica e eurihalina. A tolerância

desses parâmetros por essa espécie varia de acordo com o ambiente, tipo de cultivo e a localização geográfica. Essa ostra pode sobreviver em salinidade abaixo de 10‰ e acima de 35‰, porém a condição ideal para seu desenvolvimento encontra-se entre 20 e 25‰. Contudo, a temperatura é o principal parâmetro que influencia os processos fisiológicos, como a filtração, o metabolismo e a excreção (VILAR et al., 2012), sendo que a temperatura ótima corresponde a 11 e 25°C, mas tolera uma variação de temperatura de -1,8 a 35°C (CASTILHO-WESTPHAL, 2012). Arana (2004) enfatizou que a ação da temperatura atua limitando vários processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica do organismo no ambiente.

Segundo Montanhini Neto (2011), a sazonalidade, temperatura e oxigênio dissolvido associado à turbidez da água foram os parâmetros ambientais que mais apresentam influência no ciclo reprodutivo e no crescimento de ostras *Crassostrea* cultivadas na Baía de Guaratuba (Paraná). O autor observou que as maiores taxas de captação de sementes foram registradas no período de estiagem e o pico de maturidade sexual também. Tureck et al. (2014) chamaram atenção para o fator salinidade, visto que o mesmo pode alterar os efeitos da temperatura, aumentando ou diminuindo a amplitude de tolerância térmica e interferindo nos processos biológicos. Além disso, a interação de temperatura e salinidade pode produzir um efeito sinérgico sobre os organismos. Oliveira et al. (2014) afirmaram que, para o município de Canavieiras (Bahia), o pH esteve dentro da faixa recomendada para o cultivo da ostra *Crassostrea*, pois variou de 6,3 a 7,5.

Ramos e Castro (2004) esclareceram que nos ambientes aquáticos o pH é um fator muito especial, podendo influenciar em muitos fenômenos químicos e biológicos. Sua ação nos organismos cultivados pode relacionar-se ao metabolismo e a processos fisiológicos. Nas comunidades aquáticas, pode agir diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extracelular e entre os organismos e o meio. Diante disso, os autores observaram para o município de Alcântara (Maranhão) que, no período de estiagem, o pH variou de 6,7 a 10,2 e, no chuvoso, variou entre 6,5 a 7,7, sendo que o menor valor registrado para o período chuvoso pode estar relacionado a maior influência das águas fluviais, típicas do período. Ademais, eles salientam os efeitos das variações de maré com o turbilhonamento constante que também minimizam os processos metabólicos que influenciam na determinação do pH.

Siqueira (2008) observou para o estuário do Vaza-Barris (São Cristóvão/SE) que, dentre os parâmetros ambientais, a salinidade comportou-se como fator de restrição ao crescimento das sementes de *Crassostrea*; as mesmas apresentam crescimento inferior a 2 cm no período de setembro a março, meses esses caracterizados por registrar alta salinidade na área de cultivo,

sugerindo que o crescimento das sementes de ostra não apresentou correlação significativa com a salinidade. Em relação à temperatura, o autor considerou que a amplitude térmica em Sergipe é pequena (22°C a 30°C), e verificou que a temperatura média ao longo do ano girou em torno de 27°C, o que possibilita a desova das ostras *Crassostrea* durante todo o ano. Ele também observou que no rio Vaza-Barris o pH variou entre 7,86 (abril) a 9,32 (setembro), sendo considerado favorável para o desenvolvimento das ostras. Pereira et al. (2001) mencionaram que pH abaixo de 6,75 reduz a taxa de filtração de *Crassostrea*, e conseqüentemente há diminuição da captação de alimento e redução na taxa de crescimento.

Nesse sentido, o próximo capítulo trata da caracterização geral da área de estudo, incluindo localização, clima, vegetação, fatores sociais e econômicos, impactos ambientais, apresenta uma descrição detalhada da espécie *Crassostrea brasiliiana* registrada para o litoral sergipano. Também aborda a metodologia utilizada na tese, incluindo procedimentos de campo; dentre esses, locais de coletas e procedimentos de laboratório, como medidas biométricas, pesagem e análise do estágio gonadal. Além disso, expõem os procedimentos de análises dos elementos químicos presentes nas ostras e análise dos questionários aplicados aos pescadores ou/ e marisqueiras, bem como traz um fluxograma com os procedimentos metodológicos adotados nesse estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. C. P.; FERREIRA, J. F.; SALVADOR, G. C.; TURINI, C. Influência da temperatura e da salinidade na sobrevivência e crescimento de larvas da ostra perliífera *Pteria hirundo*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.38, n.3, p. 189-197, 2012.
- ARANA, L.V. **Fundamentos de Aquicultura**. UFSC, Florianópolis. 349p, 2004.
- ALONGI, D. M. Present state and future of the world's mangroves forests. **Environmental Conservation**, v.29, p. 331-349, 2002.
- AMORIM, D. M. C. M. **Diagnóstico dos impactos socioambientais no manguezal do rio Acaraú (Ceará, Brasil) devido à carcinicultura**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas), Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade do Porto, p.82, 2009.
- ANJOS, V. E. **Especiação de cobre e arsênio no complexo estuarino da Baía de Paranaguá**. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.175, 2006.
- ARAGÃO, C. O. M; MELO e SOUZA, R. O cotidiano da pesca artesanal na Ilha Mem de Sá-Itaporanga D'Ajuda. **1ª Seminário Espaço Costeiro**, realizado por Grupo Costeiros. Disponível em:<<http://www.costeiros.ufba.br/Semin%C3%A1rio/Eixo%201/ARAG%C3%83O,%20M.%20C.O,%20SOUZA,%20R.%20M.e%20O%20cotidiano%20da%20pesca%20artesanal%20na%20ilha%20Mem%20de%20S%C3%A1-Itaporanga%20d'Ajuda.PDF>>. Acessado em: 09 de dez. de 2018.
- ARGÔLO, S. V. **O beneficiamento e o comércio informal de pescados em são Francisco do Conde-BA: o trabalho, a higiene e a conservação do produto**. Dissertação (Mestrado em Nutrição) do Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Saúde, Universidade Federal da Bahia, Bahia, p. 105, 2012.
- ARANA, L.V. **Fundamentos de Aquicultura**. UFSC, Florianópolis. 349p, 2004.
- BAIERLE, M.; VALENTINI, J.; PANIZ, C.; MORO, A.; BARBOSA, F.; JUNIOR GARCIA, S.C. Possíveis efeitos do cobre sanguíneo sobre parâmetros hematológicos em idosos. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v.46, n.6, p.46:463–470, 2010.
- BARBIERI, E.; MARQUEZ, H. L. A.; CAMPOLIM, M. B.; SALVARANI, P. I. Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/ Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.14, n.3, p.385-398, 2014.
- BLINI, R. C. B. **Eficiência dos bioindicadores para avaliação na qualidade das águas superficiais da lagoa maior urbana de três Lagoas/MS**. Dissertação (Mestrado de Ciências), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Mato Grosso do Sul, p.102, 2015.
- BRANDÃO, E. J. O ecossistema manguezal: aspectos ecológicos e jurídicos. **Revista do Curso de Direito da UNIABEU**, v.1, n. 2, 2011.



BRASIL. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acessado em: 07 de jan. de 2016.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.2, p. 465-473, 2003.

CAETANO, H. S. Da ocupação do território: práticas e interações entre marisqueiras no ambiente pesqueiro. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental.**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 204-222, 2015.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: Goulart, E. M. A. (Eds). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, p. 555-567, 2005.

CAMARGO, S. G. O.; POUEY, J. L. O. F. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.

CAMERON, W. M.; PRITCHARD, D. W. **Estuaries. In: The sea - Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas**, M. N. Hill (Ed.) v.2 - The Composition of Sea Water. Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York, 1963.

CASTELLO, B. F. L. **Avaliação dos teores de As, Cu, Cd, Ni e Zn em ostras, *Crassostrea rhizophorae* (Goulding, 1828) nas baías de Paranaguá e Guaratuba.** Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Terra), Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Terra, Universidade Federal do Paraná, p.67, 2010.

CASTILHO-WESTPHAL, G. G. **Ecologia da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em manguezais da Baía de Guaratuba-PR.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, p.118, 2014.

CHEUNG, C. C. C.; ZHENG, G. J.; RICHARDSON, B. J.; LAM, P. K. Relationships between tissue concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons and antioxidative responses of marine mussels, *Perna viridis*. **Aquatic Toxicology**, v. 52, p.189-203, 2001.

CHRISTO, S. W. **Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostrea* Sacco, 1897 na baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas- Zoologia), Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Paraná, p.146, 2006.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte e Sur America. **Ciencia Interamericana**, v. 25, p. 4-15, 1985.

COIMBRA, R. S. C.; SANTOS, C. R.; SARAIVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Biomarcadores como ferramentas na avaliação da qualidade do pescado contaminado com metais traço. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 7 n. 1, p.153-172, 2013.

CONCEIÇÃO, C. O. **Contaminação dos aterros urbanos por metais pesados no município de Rio Grande-RS**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, p.108, 2005.

CORRÊA, P. F. ROSSO, P. A interação entre *Cymatium parthenopeum* (Von Salis, 1793) e *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) em cultivo comercial, no Ribeirão da Ilha, Florianópolis, Santa Catarina. **Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha**, v.2, n.1, p.1-9, 2011.

COSTA, A. H.; RIBEIRO, K.; SANTOS, D. B.; PONTES, C. S. Aspectos sociais e ambientais da carcinicultura no litoral sul do rio Grande do Norte, Brasil. **Campo-território: revista de geografia agrária**, v. 12, n. 26, p. 366-387, 2017.

CRUZ, M. C. S.; COSTA, S. F. F.; FERREIRA, R. C.; NASCIMENTO, R. L.; PINTO, T. K. O. Avaliação do impacto de um cultivo de ostras sobre o ambiente bentônico. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n.2, p.207-218, 2015.

DELGADINHO, M. J. C. **Distúrbios do metabolismo do cobre, ferro e zinco**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa. p.59, 2014.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v1, n.1, p. 25-35, 2007.

DIAS·H. M.; SOARES·M. L. G.; NEFFA, E. Conflitos socioambientais: o caso da carcinicultura no complexo estuarino Caravelas - Nova Viçosa/Bahia-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v.15 n.1, 2012.

DOMINGOS, F. X. V. **Biomarcadores de contaminação ambiental em peixes e ostras de três estuários brasileiros e cinética de derivados solúveis do petróleo em peixes**. Tese (Doutorado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Paraná, p.130, 2006.

DUKE, N. C.; MEYNECKE, J. O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A. M.; ANGER, K.; BERGER, U.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; EWEL, K. C.; FIELD C. D.; KOEDAM, N.; LEE, S. Y.; MARCHAND, C.; NORDHAUS, I.; DAHDOUH-GUEBAS, F. **A World Without Mangroves? Science**, v. 317, n. 5834, p. 41-42, 2007.

FAGUNDES, L.; PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; EGUCHI, J. N. Aspectos econômicos e produtivos na criação de ostra, na região de Cananéia, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.26, n.4,1996

FAIRBRIDGE, R. W. The Estuary: its Definition and Geodynamic Cycle. In: Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries, E. Olausson; I. Cato (Eds.) p1-35, **Interscience Publication, John Wiley and Sons**, New York, 1980.

FAO. **The world's mangroves 1980-2005**. Organization, 2007. Rome, Italy.

FELIPE, I. J. S.; OLIVEIRA, G. D. Impactos ambientais produtivos gerados pela atividade camaroneira nos Municípios de Macaíba (RN) e São Gonçalo do Amarante (RN). **Revista Geonorte, PUBVET**, Londrina, Edição Especial, v.1, n.4, p.540 – 551, 2012.

FREITAS, C. E. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da Bacia Amazônica. **Revista Agrogeoambiental**, agosto, 2009. Disponível em :<<http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/75/73>>. Acessado em: 06 de dez. de 2016.

FREITAS, U.; NIENCHESKI, L. F. H.; ZARZUR, S.; MANZOLLI, R. P.; VIEIRA J. P. P.; ROSA, L. C. Influência de um cultivo de camarão sobre o metabolismo bêntico e a qualidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.293-301, 2008.

HERNÁNDEZ, RB; FARINA, M.; ESPÓSITO, BP; SOUZA-PINTO, NC; BARBOSA JR, F.; SUÑOL, C. Mechanisms of Manganese-Induced Neurotoxicity in Primary Neuronal Cultures: The Role of Manganese Speciation and Cell Type. *Toxicological Sciences*, v. 124, n. 2, p. 414-423, 2011.

ICES. Report of the working group on biological effects of contaminants (WGBEC) 22-26 March 2004, Ostend, Belgium. Copenhagen, Denmark. The International Council for the Exploration of the Sea (ICES). **Marine Habitat Committee**, p. 86, 2004.

ILHA, D. B. **Mapeamento e caracterização da carcinicultura no extremo norte do litoral Sergipano**. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto-GEONORDESTE, outubro, Salvador/Bahia, 2017. Disponível em.<<http://www.resgeo.com.br/geonordeste2017/wp-content/uploads/2017/11/PDF-3.pdf>>. Acessado em: 08 de dez. de 2018.

JESUS, R. S. **Metais traço em sedimentos e no molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* (GMELIN, 1791), municípios de madre de deus e de Saubara, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Geoquímica), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. p.100, 2011.

JERONIMO, C. E.; BALBINO, C. P. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES DA CARCINICULTURA E SEUS IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.8, n. 8, p.1639-1650, 2012.

KAMPEL, M.; AMARAL, S.; SOARES, M. L. G. Imagens CCD/CBERS e TM/Landsat para análise multi-temporal de manguezais no Nordeste brasileiro. Um estudo no litoral do Estado do Ceará. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 2005.

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede européia para avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4, p. 511-518, 2001.

KOCK, W.C.; KRAMER, K. J. M. Active Biomonitoring (ABM) by translocation of bivalve molluscs. In: Kramer, K.J.M. (Ed.). **Biomonitoring of coastal waters and estuaries**. p. 51-84, 1994.

KRUG, L. A.; LEÃO, C.; AMARAL, S. Dinâmica espaçotemporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e relação entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econômicos da região urbana do município de Paranaguá-Paraná. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26, INPE. pp. 2753-2760, 2007.

LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M. **Atlas dos manguezais do nordeste do Brasil**: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Disponível em: [http://www.institutomilenioestuários.com.br/pdfs/Produtos/011/11\\_AtlasdosManguezaisdoNordeste doBrasil.pdf](http://www.institutomilenioestuários.com.br/pdfs/Produtos/011/11_AtlasdosManguezaisdoNordeste doBrasil.pdf). Acessado em: 04 de dez. de 2015.

LAZOSKI, C. **Sistemática molecular e genética populacional de ostras brasileiras (*Crassostrea spp.*)**. Tese (Doutorado em Genética), Programa de Pós-Graduação em Genética Molecular, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.105, 2004.

LEÃO, G. M. C. S. **Condições ambientais e nutricionais no crescimento em berçário de juvenis de ostra (*Crassostrea spp.*)**. Dissertação (Mestrado em Pesca), Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Piscas, Universidade do Algarve, p.84, 2016.

LESTER, J.N. **Heavy metals in wastewater and sludge treatment processes**. Flórida: CRC Press, 1987. 195p.

LIANG L.N, B. HEA, G.B. JIANGA, D.Y. CHENB, Z.W. YAO. 2004. Evaluation of mollusks as biomonitors to investigate heavy metal contaminations along the Chinese Bohai Sea, Science of the total environment, **Elsevier** 324; 105–113.

LIMA, A. V. O. Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização. Anais XVI Encontro de Nacional de Geógrafos de 25 a 30 de julho, Porto Alegre, RS. Moluscos. In: Seminário e workshop de tecnologias para aproveitamento integral do pescado. Campinas. **Anais**. Campinas: ITAL, p. 38-84, 2010.

LOPES, D. V. **Acúmulo de metais traço cobre (Cu) e zinco (Zn) em viveiros de cultivo de camarão (*Litopenaeus vannamei*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p.86, 2006.

LUCAS, A. A. C.; BARRELLA, W. Ecologia de Ecossistemas Aquáticos e a Importância do Elemento Ferro (Fe)- Aspectos Teóricos e Roteiro de Atividade Prática de Laboratório (Medir a concentração de Ferro (Fe) em solução aquosa). UNISANTA **BioScience**, v. 4, n. 5, p.7-17, 2015.

LÜCHMANN, K. H. **Respostas bioquímicas e moleculares em ostras do mangue, *Crassostrea brasiliana*, expostas a diferentes contaminantes ambientais**. Tese (Doutorado em Bioquímica), Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Universidade Federal de Santa Catarina. p.166, 2012.

MACIEL, N. C. Alguns aspectos da ecologia do manguezal. In: CPRH. Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração do Recursos Hídricos. Série **Publicações Técnicas**, n. 3, p.9- 37, 1991.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, v.17, p. 79-87, 2004.

MANZONI, G. C.; SCHMITT, J. F. **Cultivo de ostras japonesas *Crassostrea gigas* (Mollusca: Bivalvia), na Armação do Itapocoroy, Penha, SC., 245-252p, 2006.**

MARTINS, C. A. S.; NOGUEIRA, N. O.; RIBEIRO, P. H.; RIGO, M. M.; CANDIDO, A. O. A dinâmica de metais-traço no solo. **Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas**, v.17, n.3-4, p.383-391, 2011.

MATSUURA, K. Bioindicadores em Ecossistemas. **Unesco**, 2000.

MATTHEWS, R. A.; BUIKEMA, A. L.; CAIRNS Jr., J. Biological monitoring part IIA: Receiving system functional methods relationships, and indices. **Water Research**, v.16, p.129-139, 1982.

MESQUITA, E. A.; FROTA, P. V.; SOARES, V. L. Carcinicultura no litoral do Ceará: análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi – CE. **Revista Geonorte, Edição Especial**, v.1, n.4, p.540-551, 2012.

MEIRELES, M. P. A.; MEIRELES, V. J. S.; SANTOS, L. V.; BARROS, R. F. M. Perfil socioeconômico dos pescadores artesanais da comunidade Passarinho Resex Marinha do Delta do Parnaíba, Araisos/MA. **Revista Espacios**, v. 38, n.13, p.16, 2017.

MILAZZO, A. D. D. **Biodisponibilidade e bioconcentração de metais em ecossistema manguezal do estuário do Rio São Paulo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geoquímica), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio ambiente, Universidade Federal da Bahia, p.89, 2011.

MIOLA, B. **Caracterização geoquímica e mineralógica dos sedimentos do manguezal do estuário do rio Coreau, Ceará, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, p.101, 2013.

MONTANHINI NETO, R. **Influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras *Crassostrea* (SACCO, 1897) na Baía de Guaratuba, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária), Pós-Graduação em Ciências Veterinária da Universidade Federal do Paraná, Paraná, p.64, 2016.

MOORE, J.W.; RAMAMOORTHY, S. Heavy metals in natural waters. New York: **Springer-Verlag**, 1984. 328p.

MORAES, R. **Estudos sobre Poluição Marinha: Importância e Perspectivas.** Livro: Efeitos de Poluentes em Organismos Marinhos, Rio de Janeiro, 2011.

MUHLERT, A. C. S. **Indicadores de sustentabilidade da carcinicultura em terras baixas, São Cristóvão, Sergipe.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, p.114, 2014.

NAGASHIMA, L. A.; BARROS JÚNIOR, C.; SILVA, C. A.; FUJIMURA, A. S. Avaliação dos níveis de metais pesados em efluente líquido percolado do aterro sanitário de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 31, n. 1, p.1-8, 2009.

NATORI, M. M.; SUSSEL, F. R.; SANTOS, E. C. B.; PREVIERO, T. C.; VIEGAS, E. M. M.; GAMEIRO, A. H. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. **Informações Econômicas**, v. 41, n. 2, 2011.

NEIMAN, Z. Era Verde?: **ecossistemas brasileiros ameaçados**. São Paulo: Atual, 1989.

NISHIDA, A. K; NORDI, N.; NÓBREGA, A.; RÔMULO, R. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n.1, p.207-215 2008.

NÓBREGA, A. S.C. **Fontes de contaminação no estuário do Rio Capibaribe, Pernambuco**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p.57, 2001.

OKOYE, A.; EJIKEME, P.; ONUKWALI, M. O. D. Lead removal from wastewater using fluted pumpkin seed shell active carbon: Adsorption modeling and kinetics. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.7, n. 4, p.793800, 2010.

OLIVEIRA, A. K. P.; SOUZA, C. S. Despoluição do manguezal: Sistematização de um projeto de intervenção no estuário do rio Potengi. **Revista FARN**. Natal. v. 1, n.2, p. 27- 36, 2002.

OLIVEIRA, M. S. R. **Estudo da especiação de metais traço em sedimentos de um tanque de cultivo de camarão marinho do município de Santa Rita-Pb**. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p.83, 2006.

OLIVEIRA, K. F.; AZEVEDO, R. V.; PEREIRA, M. C.; SANTOS, M. J. M.; CARVALHO, J. S. O; BRAGA, L. G. T. Uso da ostra *Crassostrea rhizophorae* como filtro biológico para tratamento de efluentes da carcinicultura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p.2789-2798, 2014.

OLIVEIRA, N. L. **Avaliação do crescimento da ostra nativa *Crassostrea* (Sacco, 1897) cultivada em estruturas de sistemas fixos nas localidades de Ponta Grossa (município de Vera Cruz) e Iguape (município de Cachoeira), região do Recôncavo, na Baía de Todos os Santos, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, p.70, 2014.

OLIVEIRA, E. Caracterização socioeconômica e ambiental em uma comunidade costeira da região amazônica, Pará-Brasil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v.4, n. 1, p. 21-34, 2016.

PADMINI, E. Physiological adaptations of stressed fish to polluted environments: Role of heat shock proteins. In: WHITACRE, D.M. (Ed.). **Reviews of environmental contamination and toxicology**. London: Springer, p.1-28, 2010.

PAIXÃO, L. F. **Estudo da biologia reprodutiva de *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) no Nordeste Paraense**. Dissertação (Mestrado em Pesca), Programa de Pós-Graduação de Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, p.137, 2012.

PASSARINHO, W. A. **Impactos socioeconômicos e ambientais da aquicultura na região da serra da mesa-Goiás: a experiência de Uruaçu**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Programa de Pós-Graduação Profissional em Aquicultura, Universidade Católica de Goiás. p.72, 2011.

PENA, P. Trabalho artesanal, cadências infernais e lesões por esforços repetitivos: estudo de caso em uma comunidade de mariscadeiras na Ilha de Maré, Bahia. **Ciências & saúde coletiva**, v.16 n.8, 2011.

PERAZZO, S. M. V. Impactos ambientais provocados pela atividade de maricultura. **Revista dos Mestrados Profissionais**, v.1, n.1, 2012.

PEREIRA, O. M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M. B.; YAMANAKA, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP (25° S, 48° W). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, n.2, p. 163-174, 2001.

PEREIRA, T. J. F.; CASTRO, A. C. L.; FERREIRA, H. R. S.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; AZEVEDO, J. W. J.; FRANÇA, V. L.; MOREIRA, M. S. Extrativismo de mariscos na ilha do Maranhão (MA): implicações ecológicas e socioeconômicas. **Revista Políticas Públicas**, v.21, n.2, p.831-653, 2017.

PHILLIPS, D. J. H. Selected trace elements and the use of biomonitors in subtropical and tropical marine ecosystems. **Environmental Contamination and Toxicology**, v. 120, p. 105-129, 1991.

RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Paquatua - Alcântara/ MA, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v.17, p.29-42. 2004.

RAMOS, S. V. C. **Avaliação da concentração de metais traços em ostra de mangue (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1928), sururu (*Mytella charruana* D'Orbigny, 1846) e sedimentos superficiais no estuário do Rio Formoso, Pernambuco**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

REBELO, F.C.; MEDEIROS, T.C.C. **Cartilha do mangue**. Local: Universidade Federal do Maranhão: Laboratório de Hidrologia. 31, p.1988.

RELATÓRIO BRUNDTLAN. **Nosso Futuro Comum**. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues> Acesso em: 22 de agos. de 2016.

REIS, D. **Panorama da pesca artesanal de moluscos bivalves no Distrito de Guaibim - Valença- Bahia- Brasil**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, p.72, 2015.

RIBEIRO, L. F; SOUZA, M. M; BARROS, F; HATJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.14, n.3, p.365-383, 2014.

RIBEIRO, E. B.; BASTOS, L. C. S.; ALMEIDA, Z. S.; CARVALHO NETA, R. N. F.; COSTA, F. N. Perfil socioeconômico dos marisqueiros e condições higiênicas adotadas na cadeia produtiva de ostra (Mollusca, Bivalvia). **Arquivo de Ciências Veterinária e Zoologia** da UNIPAR, Umuarama, v. 19, n. 4, p. 209-214, 2016.

ROCHA, C. M. C.; RESENDE, E. K.; ROUTLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.8, p.4-6, 2013.

ROCHA, R.; PEZZINI, M. F.; POETA, J. Fontes de contaminação pelo chumbo e seus efeitos tóxicos na saúde ocupacional. **Ciência em Movimento, Biociências e Saúde**, v.19, n.39, 2017.

RÜCKERT, G. **Introdução a Biogeoquímica e ciclos: Notas de aula**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial Universitário do Leste de Minas Gerais – Unileste. Ipatinga, p.78, 2010.

SAHUQUILLO, J. F.; LÓPEZ-SÁNCHEZ, G.; RAURET, A. M.; URE, H.; MUNTAU, R.; QUEVAUVILLER, P. H. Methodologies for soil and sediment fractionation studies, chapter 2, **The Royal Society of Chemistry, Cambridge**, p. 10, 2002.

SANTOS, G. P. **Qualidade da água na carcinicultura na Grande Aracaju-Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Agrossistema), Programa de Pós-Graduação em Agrossistema, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p.57, 2009.

SANTOS, P. P.; VILAR, J. W. C. Planejamento territorial turístico do litoral sergipano. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n.4, p. 1194-1206, 2012.

SANTOS, M. E. M.; MOURA, E. M. O. Potencialidades e impactos ambientais dos resíduos oriundos da malacocultura Potential and environmental impacts of waste from the malacoculture. **ActaFish**, v.5, n.3, p. 147-152, 2017.

SANTOS, S. S.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S; BARRETO, L. M. Cadeia produtiva de ostras no Baixo Sul da Bahia: um olhar socioeconômico, de saúde pública, ambiental e produtivo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.5, n.1,10-21, 2017.

SCHIFER, T. S.; JUNIOR BOGUSZ, S.; MONTANO, M. A. E. Aspectos toxicológicos do chumbo. **Infarma**, v.17, nº 5/6, p. 67-72, 2005.

SEMMLER, M. G. M. C. **Biomonitoração de hg, cd, pb e outros elementos em áreas costeiras do estado de São Paulo por meio do mexilhão transplantado *Perna perna* (Linnaeus, 1758)**. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear), Programa de Pós-Graduação em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, p.155, 2007.

SHEEHAN, D.; POWER, A. Effects of seasonality on xenobiotic and antioxidant defence mechanisms of bivalve molluscs. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 123, p. 193-199, 1999.

SIQUEIRA, K. L. F. **Avaliação do sistema de cultivo de ostra do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) no estuário do rio Vaza-Barris (Sergipe)**. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente),



Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju-SE, p.79, 2008.

SIQUEIRA T. V. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v.17, p.53-60, 2017.

SILVA, L. B. **Avaliação de metais traço e de algumas características geoquímicas em sedimentos superficiais e testemunhos da Baía de Vitória, ES**. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química do Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, p.172, 2010.

SILVA, H. K. P.; MACEDO, S. J.; BRAYNER, F. M. M. Avaliação das concentrações de metais traço nos sedimentos do parque dos manguezais, região metropolitana do Recife (rnr), Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v.38, n.2, p.175-181, 2010.

SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim Regional, urbano e ambiental**, v.17, p.53-60, 2017.

SOARES, M.F.M; ARAÚJO, L. M. S.; FARIAS, W. L.; CAJADO, D. M.; LOPES, E. G. F. A.; PINHEIRO, I. O. Extensão universitária na comunidade pesqueira de Itarema (CE). **Extensão em Ação**, Fortaleza, v.1, n.8, 2015.

SOUZA, V.; KONRAD, O.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; SOUSA, R. F. B. Contaminação por chumbo, riscos, limites legais e Alternativas de remediação. **Revista destaques acadêmicos**, v.7, n. 4, 2015.

SOUZA, B. B.; MELO, J. D.; CORREA, M.; MOURA, A. O.; SANTOS, F. F.; GUIMARÃES, M. C.; BARROS NETO, H. M. C. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento e quantificação de áreas de manguezal no estado de Sergipe. **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v.17, n.57, p.126-134, 2016.

SOUSA, J. K. **Avaliação de impactos ambientais causados por metais-traço em água, sedimento e material biológico na Baía de São Marcos, São Luís – Maranhão**. Tese (Doutorado em Química), Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, p.110, 2009.

SOUZA, P. S. A.; MARQUES, M. R. C.; SOARES, M. L. G.; PÉREZ, D. V.; CERQUEIRA, A. A. Preliminary Study of Trace Metals by Environmental Quality Criteria in Sediments from a Mangrove Forest in Saco do Mamanguá (Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil). **Revista Virtual de Química**. v.5, n.5, p.934-943, 2013.

SUMAN, D. O. El ecosistema de manglar en America Latina y la Cuenca del Caribe su manejo y conservación. Miami, **Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Scie**, p.272, 1994.

TAHIM, E. F.; ARAÚJO JUNIOR, I. F. A Carcinicultura do Nordeste Brasileiro e sua Inserção em Cadeias Globais de Produção: foco nos APLs do Ceará. **RESR, Piracicaba-SP**, v. 52, n.3, p.567-586, 2014.

TAHIM, E. F. **A carcinicultura e o meio ambiente: o desafio da sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/1232.pdf>>. acessado em: 09 de dez. de 2018.

TANCREDOA, R.; NOBREGAB, R. O; DIASC, T.; LAPAD, K. R. Impactos Ambientais da Carcinicultura Brasileira. 3rd International Workshop, Advances in Cleaner Production, São Paulo. Disponível em:<

[http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Tancredo\\_KR%20-%20Paper%20-%206A6.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Tancredo_KR%20-%20Paper%20-%206A6.pdf)>. Acessado em 26 dez. de 2018.

TORRES, R. P. A. **O sentido de ser pescador: signos e marcas no povoado Pedreiras – São Cristóvão/SE**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p.140, 2014.

TURECK, C. R.; VOLLRATH, F.; MELO, C. M. R.; FERREIRA, J. F. Rendimento de sementes da ostra *Crassostrea gasar* produzidas em laboratório e cultivadas em Santa Catarina – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.40, n.2, p.281-290, 2014.

UEBEL, A.; MÜLLER, M. P., NIELAND, M. L.; DALLAZEN, M. C.; KUHN, D. MAFIOLETI, J. P.; RIBEIRO, R., VETTORELLO, G.; HOEHNE, L. Processos de remediação do solo contaminado com chumbo. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v.14, n.1, p. 63-71, 2017.

VANNUCCI, M.O. Manguezal e Nós: **Uma síntese de Percepções**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

VILAR, T. C.; TENÓRIO, D. O; FEITOSA, F. A. N. Criação experimental da ostra-do-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em barra de São Miguel, Alagoas. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 40, n. 2, p. 296-308, 2012.

WASHINGTON, H. G. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Research**, v.18, p. 653-694, 1984.

## **CAPÍTULO 2**

### **CONSTRUÇÃO DA PESQUISA**

## 2. CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

### 2.1. Área de estudo: estuário do rio Vaza-Barris

Este rio nasce no município de Uauá, no estado da Bahia, e deságua no Oceano Atlântico, no Estado de Sergipe (Figura 2.1), com uma área total correspondendo a 115km<sup>2</sup>. O seu estuário, com cerca de 25km, localiza-se entre os municípios de Itaporanga D'Ajuda, ao longo de sua margem direita, e os Municípios de São Cristóvão e Aracaju, em sua margem esquerda (VASCO et al., 2010). Segundo Alcântara (1999), a planície costeira está constituída por terraços marinhos e o estuário. As margens do rio Vaza-Barris são ocupadas por manguezais que penetram até cerca de 20km. A cidade de São Cristóvão e o Povoado Mosqueiro são os polos urbanos mais influentes. Entre os anos de 1991 e 2007 observou-se um aumento significativo referente à população dos municípios que compõem a bacia do Vaza-Barris sergipano. Esse incremento correspondeu a aproximadamente 30%, sendo que em 1991 apresentava 708.353 habitantes e em 2007 passou para 913.497. Atualmente a população é de cerca de 280.000 habitantes (CARVALHO, 2010). Contudo, essa ocupação tem ocorrido de forma desordenada, o que tem sido preocupante, visto que não apresenta um ordenamento espacial adequado, contribuindo assim para comprometer a qualidade de vida local e consequentemente causando maior pressão sobre os recursos naturais.

A foz do rio Vaza-Barris localiza-se no povoado Mosqueiro, e “sobrevive” da maré, contendo água naturalmente salobra e temperada devido à presença de terrenos antigo e salino, tornando-se mais salgada ainda. Apresenta uma calha espaçosa com 800 m de largura e 30 m de profundidade, cercada de manguezais férteis e caatinga. Próximo à foz do rio representa o limite sul da área de expansão urbana de Aracaju, município a que pertence, e tem passado de um povoado de pescadores a local de residência de parte da população de classe média alta, que usa o estuário para lazer (FONTES, 1999; SIQUEIRA, 2008; BARBOSA, 2014). Segundo Fontes (1999), a região está inserida no clima Megatérmico Subúmido CA'A”, com abundantes chuvas no inverno e período de seca no verão, com temperatura média anual de 25,5°C.

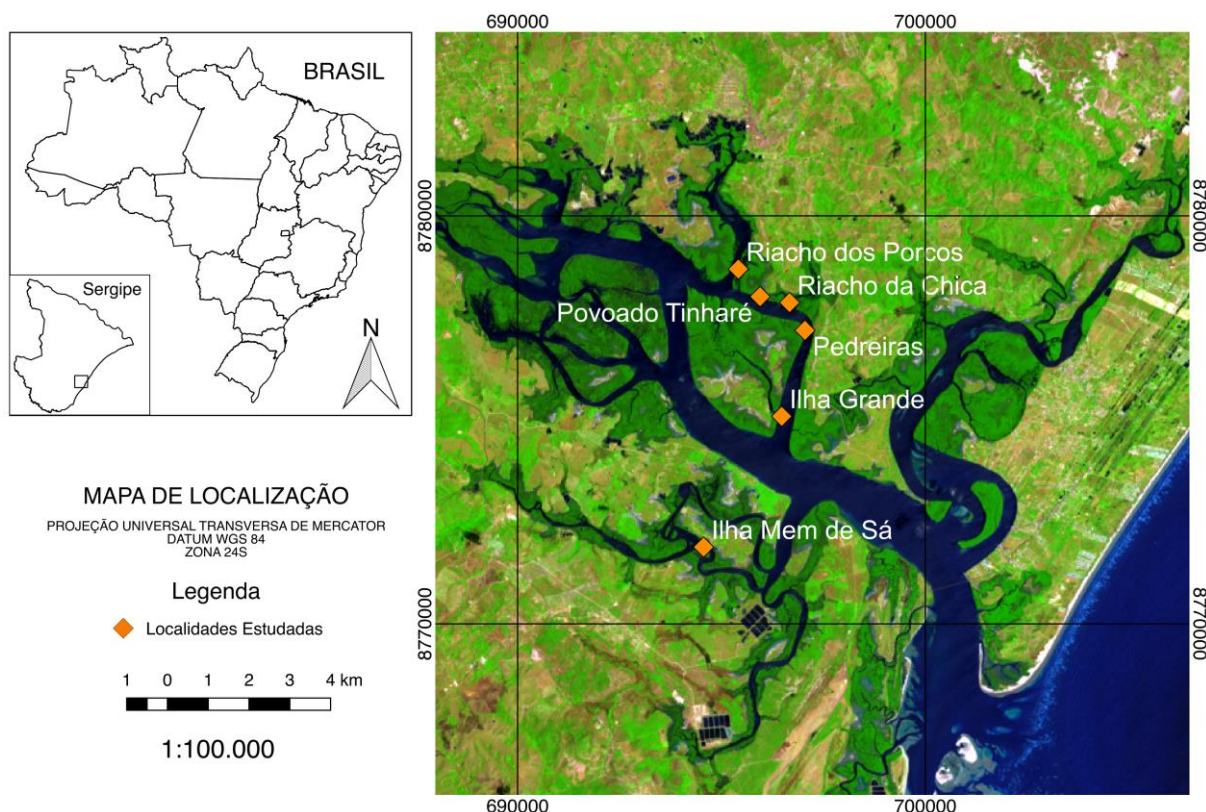
O Vaza-Barris apresenta um ecossistema com grande diversidade biológica, sua flora é constituída por remanescentes de Mata Atlântica e ecossistemas associados. A vegetação de mangue ocupa aproximadamente 60,56km<sup>2</sup>, ocorrendo as espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana racemosa* (FONTES, 1999; SANTOS, 2016). O gênero *Avicennia* (mangue-preto) apresenta tolerância aos ambientes hipersalinos, possui raízes respiratórias e aéreas (pneumatóforos), que crescem perpendicularmente ao solo, atingindo cerca de 30 ou 40 centímetros de altura. *Laguncularia* (mangue-branco), típico da área de franja do

manguezal e pioneira em locais perturbados, sendo encontrados em solo arenoso; são hermafroditas, com tronco solitário ou agrupado e raízes pneumatóforas. *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) caracteriza-se por apresentar raízes escoras ou rizóforos formando arcos até o chão que permitem maior sustentação da planta; possui distribuição espacial agregada, sendo composto por árvore perene, geralmente, localizados na parte anterior do manguezal (franja), ocupando substratos menos consolidados, compostos de silte (PEREIRA et al., 2001; SANTOS, 2016).

A fauna presente na área de estudo é composta, principalmente, por peixes, moluscos e crustáceos, mas também pode ser encontrado desde formas microscópicas até anfíbios e répteis. Nesse ecossistema existem organismos que só frequentam para reprodução, alimentação e descanso, como é o caso das garças, mas também formas que permanecem toda sua vida, inclusive as formas sésseis como sururu e ostras que desenvolveram estratégias para suportar as variações diárias ambientais, principalmente em relação à dessecação. Além disso, *R. mangle* é considerado um relevante substrato para a produção de ostras em bancos naturais. De acordo com Pereira et al. (2001), os representantes de *Crassostrea brasiliana* fixam-se, preferencialmente, nos rizóforos do mangue vermelho.

Apesar de sua importância social, econômica e ambiental, Tomlinson (1986) citou que os ecossistemas de manguezais enfrentam muitos problemas ambientais, incluindo degradação, declínio em estoques aquáticos comestíveis, erosão costeira e invasão de ervas daninhas aquáticas. Vasco et al. (2010) ressaltaram que essa bacia hidrográfica vem sendo submetida a agressões constantes, sobretudo nas proximidades de áreas urbanas, causando inúmeros impactos ambientais. Esses autores ainda mencionaram a necessidade de estudos e ações que tenha como finalidade a definição de medidas e monitoramento da qualidade da água e da gestão ambiental no seu entorno, pois nessas áreas são comuns a ocorrência de atividades urbanas, agropecuárias e industriais, que lançam substâncias que podem alterar não somente a qualidade desse corpo hídrico, mas também a introdução de elementos nocivos ao meio ambiente.

Figura 2.1 - Localização da área de estudo. Com destaque para os pontos de coletas.



Fonte: CPRM, EarthExplorer.

A vegetação natural do manguezal do Vaza-Barris também tem sido retirada para a implantação de projetos de carcinicultura, monocultura do coco, e os loteamentos para a expansão imobiliária e turística (SANTOS et al., 2011). Segundo Carvalho e Fontes (2006), dentre as atividades antrópicas observadas na área de estudo, destacam-se a existência de viveiros e tanques para o cultivo de camarão nas franjas dos manguezais e também os desmatamentos ao longo das margens e no interior das ilhas, as quais estão relacionadas com os empreendimentos imobiliários e locações da Petrobrás. É importante ressaltar também a importância socioeconômica desses estuários para as comunidades ribeirinhas, que vivem da pesca artesanal e da mariscagem.

O estuário do rio Vaza-Barris encontra-se inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) da Foz do rio Vaza-Barris, criada em 30 de março de 1990 pelo decreto estadual nº. 2795. Este decreto tem por finalidade a proteção da foz do Vaza-Barris, incluindo regiões na foz e no estuário do rio, pertencentes aos municípios de Aracaju, São Cristóvão e Itaporanga D'Ajuda. O mesmo determina como áreas de proteção permanente a ilha localizada na foz do rio Vaza-Barris, ilha do Paraíso, e a ilha da Paz localizada no canal Santa Maria, em frente ao Povoado Mosqueiro. Leite (2007) chamou atenção para os fatores que podem colocar em risco os recursos naturais presentes



no Vaza-Barris, inclusive no ecossistema manguezal. Esse último, atualmente, encontra-se fragilizados em decorrência do desmatamento, aterramento, lixeiras, pesca predatória, cultivo de espécies exóticas em áreas próximas e também pelo aumento do número de famílias que dependem diretamente desse ecossistema. Na Figura 2.2, observa-se a presença de áreas impactadas devido a retirada da vegetação de mangue e o lançamento de resíduos sólidos, como pneus, garrafas pet, sacos plásticos, entre outros.

Figura 2.2 -Vista de áreas impactadas no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe.



Foto: Josevânia de Oliveira, 2016.

O turismo desordenado é um outro fator que tem contribuído para a devastação do Vaza-Barris. Com o incentivo do governo estadual e municipal, essa prática tornou-se bem mais intensa e tem atraído muitos turistas, inclusive a Ilha do Paraíso e a Crôa do Goré têm recebido muitos visitantes. A presença de embarcações como *jet-ski*, lanchas, catamarãs para o traslado dos visitantes, bem como a existência de bar flutuante, juntamente com a falta de sensibilização ambiental, são agravantes que fragilizam a conservação desse rio. Com relação a essas ilhas, Conceição (2015) constatou que a primeira tem sofrido agressões por parte dos visitantes e a segunda também, porém de forma menos agravante, o que não seria menos preocupante, visto que a mesma se encontra em um ecossistema manguezal vulnerável a qualquer mudança ambiental devido ao fluxo frequente de

visitantes que não são orientados em relação à necessidade de evitar práticas que causem danos ao ambiente.

## 2.2. Descrição da espécie de ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) com base em Amaral (2010).

Os exemplares de *C. brasiliana* apresentam concha com formato ovoide, larga e delgada. Com coloração que pode variar entre o esverdeado e amarronzado, com feixes brancos (Figura 2.3). A valva direita ou superior é opercular e larga, e a valva esquerda ou inferior apresenta formato de taça rasa, com uma suave depressão sob o umbo. A concha pode apresentar na face externa ornamentação ou não; isso depende da influência da ação das marés. A parte interna da concha possui coloração branca, lisa e com pouco brilho.

Figura 2.3 - Vista de exemplar de ostra da espécie *Crassostrea brasiliana* proveniente do manguezal do Vaza-Barris: **A**. Vista ventral e **B**. Vista dorsal.

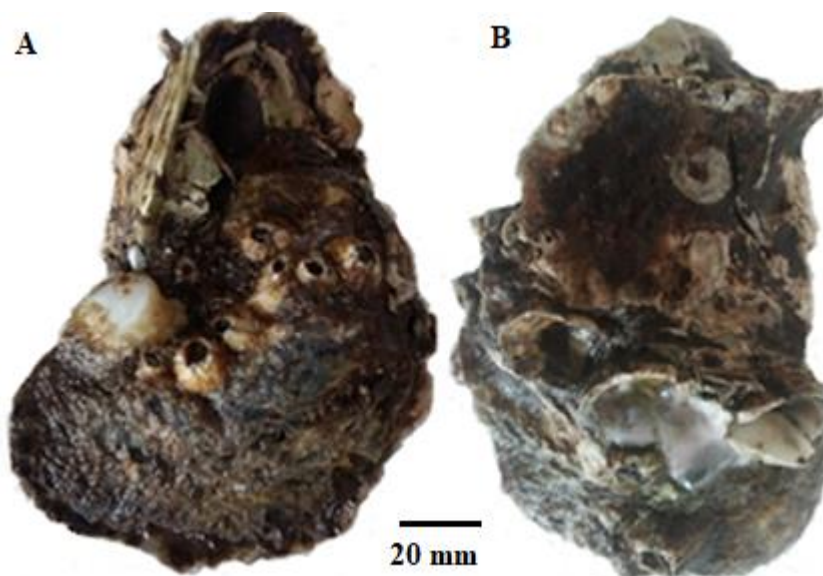


Foto: Josevânia de Oliveira, 2017.

A impressão do músculo adutor situa-se na região pósterio-dorsal, com o formato geralmente arredondado, ocupando mais da metade do tamanho da concha. A impressão do músculo de Quenstedt leve, presente logo abaixo da área ligamentar, possuindo cerca de 1/10 do tamanho da impressão do músculo adutor.

O sistema de músculo apresenta-se arredondado com porção dorsal de contorno ovalado, translúcido e porção ventral em forma de lua crescente e de aspecto branco-leitoso. O músculo de Quenstedt tem formato alargado localizado na porção que se liga à concha e direcionado anteriormente para o interior da massa visceral, inserindo-se na base dos palpos. O manto é robusto,



possui vasos sanguíneos aparentes na musculatura palial próxima ao palpo. Com capuz completamente preenchido pelos palpos e pelas gônadas.

Nas margens do manto é comum apresentar coloração marrom (Figura 2.4) As pregas externas sem papilas, as pregas médias com papilas longas, médias e curtas; as duas últimas digitiformes e de duas a quatro papilas médias ou curtas para uma longa. As papilas são uniformes no tamanho e na distribuição, de duas a três vezes mais papilas na prega média do que na interna. A prega interna possui papilas longas e mais próximas na junção pálio-branquial dos lobos do manto, pigmentadas ou não. Os músculos radiais mais tênues por toda a extensão da borda do manto.

Figura 2.4 - Vista interna de exemplar de *Crassostrea brasiliana* proveniente do manguezal do Vaza-Barris: **A**. Valva dorsal e **B**. Valva ventral.

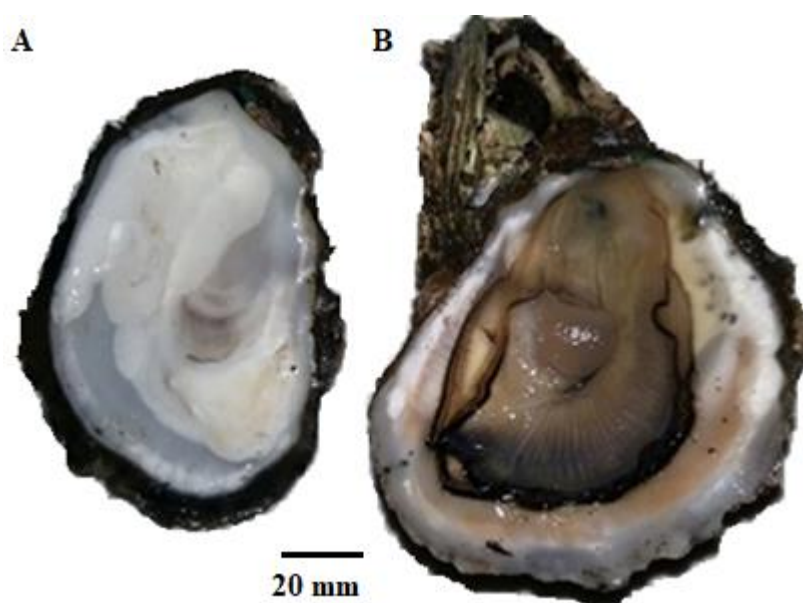


Foto: Josevânia de Oliveira, 2017.

A cavidade do manto ocupa aproximadamente cerca de 1/5 do volume total do animal, situado na região ventral do ligamento até a superfície anterior do músculo adutor. O coração acessório presente no lobo esquerdo apresenta o tecido grosso, de menor calibre, a porção mais longa se divide em forma de Y, ao redor do músculo adutor em direção às brânquias. No lobo direito do coração acessório não possui bifurcação, formado por um vaso único que desemboca na artéria brânquias. Coração situado em um pericárdio amplo, na região anterior ao redor do músculo adutor, com aproximadamente metade do tamanho do músculo adutor.

Ventrículo delgado, reticulado, geralmente com tecido translúcido. Com duas aurículas de tecidos finos, menos reticulados e não pigmentados. Órgão excretor com abertura renal e rins. Com os divertículos digestivos, situados na região dorsal dos palpos preenchendo boa parte da massa

visceral. Apresentando gônadas na coloração bege ou amarelada recobrimdo toda a massa visceral, incluindo os divertículos, digestivo externamente. Possui sulco alimentar marginal largo, com aproximadamente metade da largura das pregas da borda do manto.

A boca acompanha todo o tamanho do animal, seguindo para um esôfago reto e largo com uma prega esofágica. Os divertículos digestivos abundantes. Palpos situados sob o capuz do manto ocupando todo espaço livre, preenchendo aproximadamente 1/6 do tamanho do animal, levemente achatados, com formato de foice curva, unidos por toda sua extensão de sua base à massa visceral. Com as margens livres, anterior e ventral, levemente arqueadas na parte ventral para formar um ápice. As faces internas intensamente pregueadas; apresentam região livre na face superior interna dos palpos. Com faces externas lisas ou com leves estrias e sulcos irregulares. As porções anterior e posterior são amplas e livres de pregas. Os palpos externos unidos dorsalmente sobre a boca recobrimdo os palpos internos.

Apresenta o esôfago ligeiramente longo, sendo uma vez mais longo do que largo, chegando ao estômago. Com superfície interna estriada e estrias tornando-se mais tênues na proximidade com o estômago. O intestino estreito na porção que contorna o músculo adutor ventral. O sistema reprodutor com gônada constituída de formações foliculares abundantes, na coloração bege cobrindo o manto e entre os divertículos digestivos, abrangendo a massa visceral e estendendo-se na parte ventral até a ponta do processo pilórico, onde se abrem para a cavidade do manto.

### **2.3. *Crassostrea brasiliana* como bioindicador**

Esta espécie pode ser utilizada como bioindicadora, pois através das análises dos seus tecidos é possível obter as concentrações de contaminantes presentes no ambiente, já que esse organismo apresenta hábito filtrador. Por ser um animal sedentário, está sujeito a todas as alterações ambientais, incluindo a exposição aos fatores bióticos e abióticos. Os dados biométricos das conchas possibilitam determinar o estágio ontogenético das ostras, revelando assim o tempo de exposição às alterações ambientais. Os parâmetros ambientais como temperatura, pH e salinidade desempenham relevante papel na taxa de filtração, e consequentemente no crescimento das ostras e na acumulação dos contaminantes em seus tecidos. Além disso, *C. brasiliana* é representativa no estuário do Vaza-Barris, sendo de fácil identificação, podendo ser coletada nos períodos de estiagem e chuvoso, apresentando tamanho que possibilita a obtenção de material biológico suficiente para garantir a realização das análises, possuindo características ecológicas conhecidas e ampla distribuição geográfica (DOMINGOS, 2006; CAMARGO, 2018). Todas essas características contribuem para

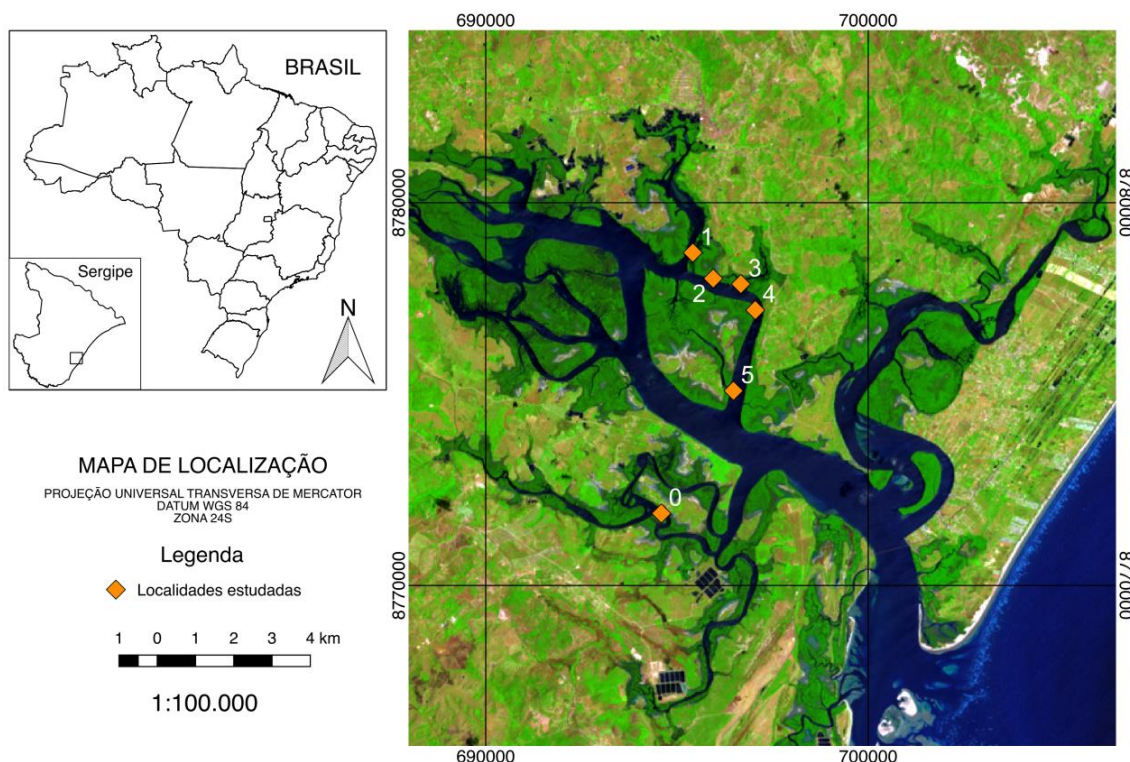
sua potencialidade no uso de programas de biomonitoramento ambiental não somente no estuário do Vaza-Barris, mas em todos os manguezais sergipanos.

## **2.4. Métodos da pesquisa**

### **2.4.1.Procedimentos de Campo**

A área selecionada para a realização desse estudo compreende o estuário do rio Vaza-Barris. Inicialmente foi realizada uma visita para o reconhecimento da área de estudo e a determinação dos locais de coletas (Figura 2.5). Em seguida, foi realizada a coleta piloto (agosto/2016) no ponto 0, localizado na Ilha de Mem de Sá em Itaporanga D'Ajuda/SE. As outras duas coletas foram realizadas, a primeira no período de estiagem (outubro/17) e a segunda no período chuvoso (julho/18), ambas em cinco pontos (1, 2, 3, 4 e 5) localizados no estuário do Vaza-Barris/SE. Os pontos 1, 2 e 3 estão situados no lado direita do canal e os pontos 4 e 5 no lado esquerdo, esses cinco primeiros pontos localizam-se em São Cristóvão. Já o ponto 0, está inserido na margem esquerda do estuário, na Ilha Mem de Sá, em Itaporanga D'Ajuda. Os pontos 1 e 2 estão mais próximo do alto estuário, que é um local mais influenciado pela água doce dos rios e tem influência das grandes marés; os pontos 3 e 4 situam-se mais próximos do médio estuário, onde ocorrem fortes misturas entre água doce e salgada; e último ponto (5) está localizado próximo ao baixo estuário, que possui conexão direta com o mar.

Figura 2.5 - Localização do rio Vaza-Barris em Sergipe. Com destaque para os pontos de coleta das amostras.



Fonte: CPRM, EarthExplorer.

No ponto 0 (Ilha de Mem de Sá) foram coletados 15 exemplares de *Crassostrea brasiliana*, os quais foram medidos e pesados. Nas demais coletas (São Cristóvão/SE) foram obtidos 32 exemplares por ponto, nos períodos de estiagem e chuvoso, com exceção do ponto 5, que se coletou 52 exemplares em cada período (Figura 2.6 A, B e D), sendo que dos 32 exemplares coletados, dois foram encaminhados para Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) para análise das concentrações de metais e 30 para análise dos parâmetros ambientais, incluindo estágio gonadal e dados biométricos. Já em relação ao ponto 5, foram coletadas 52 ostras, onde duas foram levadas para o ITPS e 50 analisadas os parâmetros ambientais (estágio gonadal e dados biométricos). O maior número de ostra coletada no ponto 5 deu-se pela maior representatividade desse animal se comparado aos demais pontos de coleta.

Todas as coletas foram realizadas durante a baixa-mar (sizígia), onde as ostras encontravam-se expostas e fixadas nas raízes de *Rhizophora mangle* (mangue vermelho). As amostras foram lavadas, acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas, e armazenadas em caixa térmica. Em seguida, foram transportados até o laboratório para realização das análises



e dos demais procedimentos. No momento da coleta foi verificado, em cada ponto, as variáveis físico-químicas, como salinidade, utilizando o Refratômetro de Salinidade Portátil (Vodex), pH e temperatura usando Phmetro de Bolso (AK90), com a finalidade de acompanhar a dinâmica ambiental (Figura 2.6 C). As amostras de água foram coletadas com auxílio de garrafa pet, devidamente higienizada e mergulhada a uma profundidade de aproximadamente 0,50 cm.

Figura 2.6 - Procedimentos realizados em campo. **A e B.** Exemplares de ostras nas raízes de mangue. **C.** Obtenção dos parâmetros ambientais. **D.** Coletas dos exemplares de ostras.



Foto: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

Para identificar o perfil socioeconômico da população de catadores de moluscos das comunidades de Mem de Sá e Tinharé foi realizado o levantamento bibliográfico e viagens por terra e em embarcações a motor, ao longo do estuário do rio Vaza-Barris. A fim de obter informações que permitissem realizar a aplicação de questionários semiestruturados aos grupos de marisqueiros do povoado Mem de Sá (Figura 2.7A e B) e Tinharé (Figura 2.7 C). O método utilizado foi “Bola de Neve” (*Snowball*), no qual os informantes (marisqueiros) foram entrevistados e convidados a indicar novos possíveis informantes para a pesquisa (BERNARD, 1995). A aplicação dos questionários deu-se em dois momentos, sendo que em agosto de 2016, os questionários foram aplicados a 10 marisqueiros (as) da comunidade Mem de Sá, em Itaporanga D’Ajuda/SE, e em maio de 2017, os questionários foram aplicados a 14

marisqueiros (as) do povoado Tinhaaré, em São Cristóvão/SE. O questionário (Anexo I) contém tópicos referentes à faixa etária, grau de escolaridade, coleta de lixo, renda familiar, tempo que reside na área, atividade de mariscagem, consumo e destino da ostra, fontes poluidoras, entre outros.

Figura 2.7 - Aplicação dos questionários aos marisqueiros. **A e B.** Comunidade da Ilha Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda/SE). **C.** Comunidade de Tinhaaré (São Cristóvão/SE).



Foto: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

#### 2.4.2. Procedimentos de Laboratório

Para a análise das concentrações de metais, foram separados aleatoriamente dois exemplares de cada ponto por período, totalizando 20. O material foi medido utilizando um Paquímetro Digital de Precisão (Leetools 618250), com a finalidade de obter os dados biométricos referentes ao comprimento, largura e altura da concha (Figura 2.8). Após a biometria, as conchas contendo os organismos foram pesadas (peso vivo) com Balança Analítica de Precisão (SF 400) e foram enviadas para o Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS).



Figura 2.8- Dados biométricos de *Crassostrea brasiliana*.

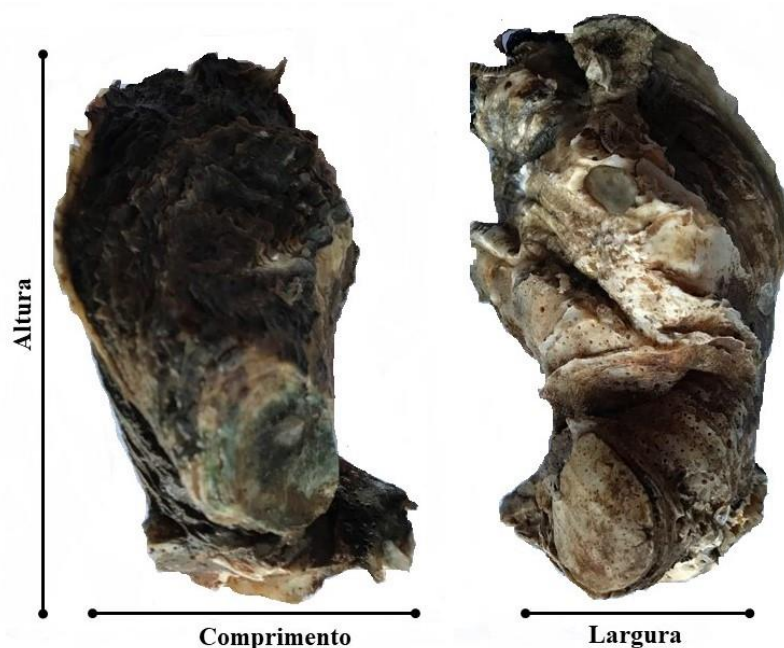


Foto: Josevânia de Oliveira, 2018.

Para a avaliação da influência dos parâmetros ambientais (Temperatura, pH e salinidade) em *Crassostrea brasiliana* foram examinados 30 exemplares de cada ponto por período, exceto o ponto 5 que foram 50 exemplares (Figura 2.9 A e B), visto que essa espécie é bem representativa no ponto 5 se comparada ao demais pontos. Em seguida, as ostras foram fotografadas com Câmera Digital (*Nikon Coolpix L340*) e abertas com auxílio de espátula de ferro para análise do estágio gonadal (EG). A classificação do estágio gonadal foi realizada observando-se os estágios imaturo, pré-maturo ou maturo. Para isso, foi retirada uma fração gonadal com o uso de uma pipeta plástica e transferida para uma lâmina, a qual foi visualizada em Microscópio Biológico (*AmScope*) para determinação, se possível, de fêmeas e machos (Figura 2.9 C a E). As lâminas foram fotografadas com câmera (FMA050) acoplada ao microscópio e computador, por meio do programa *ToupView*.

Figura 2.9 - Procedimentos realizados em campo e laboratório. **A.** Exemplos coletados. **B.** Pesagem das ostras. **C.** Análise gonadal. **D.** Estágio gonadal feminino. **E.** Estágio gonadal masculino.

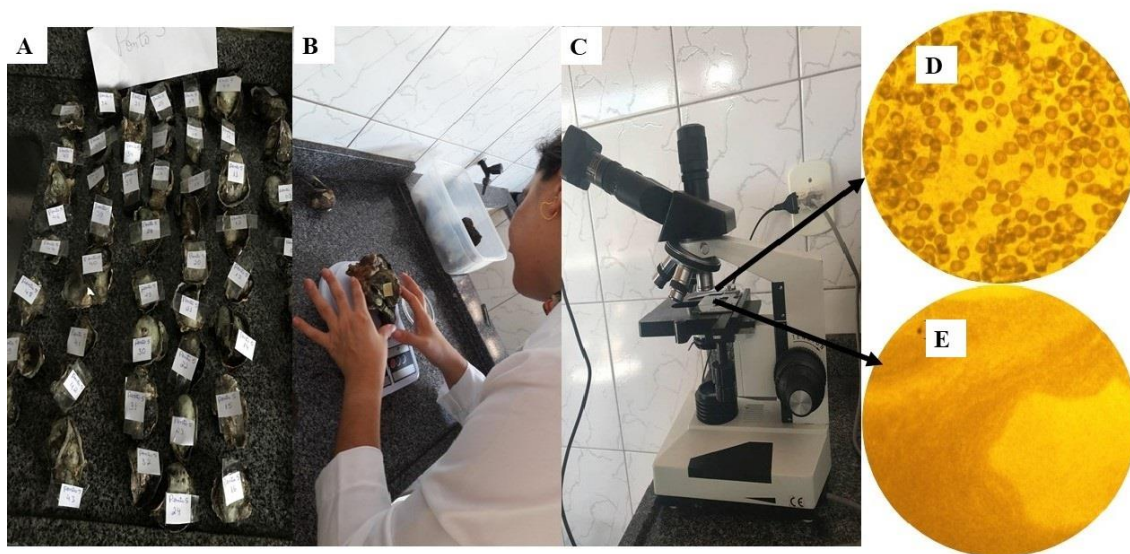


Foto: Josevânia de Oliveira, 2018.

#### 2.4.3. Análises dos elementos químicos nos tecidos das ostras

Essa etapa foi realizada no Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS), onde as ostras *C. brasiliana* foram abertas, trituradas e homogeneizadas. Em seguida foram analisadas as concentrações de metais através Espectrômetro de Absorção Atômica e resíduo por incineração (cinzas) que foram realizados pelo método 018/IV Métodos físico-químicos utilizados para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL). Ambos os procedimentos foram realizados no ITPS. O orçamento relacionado a análise das concentrações de metais nos tecidos de *C. brasiliana* e os relatórios com os resultados das análises de 2017 e 2018, realizadas pelo ITPS encontram-se nos anexos II, III e IV.

Os dados obtidos na área estudada foram comparados entre si e discutidos com base em literatura sobre o assunto e legislação vigente. Também foi utilizado Office Excel, com a finalidade de correlacionar os resultados e identificar as possíveis diferenças entre os teores de zinco, cobre, ferro, manganês e chumbo das amostras de ostras.

#### 2.4.4. Análise dos questionários

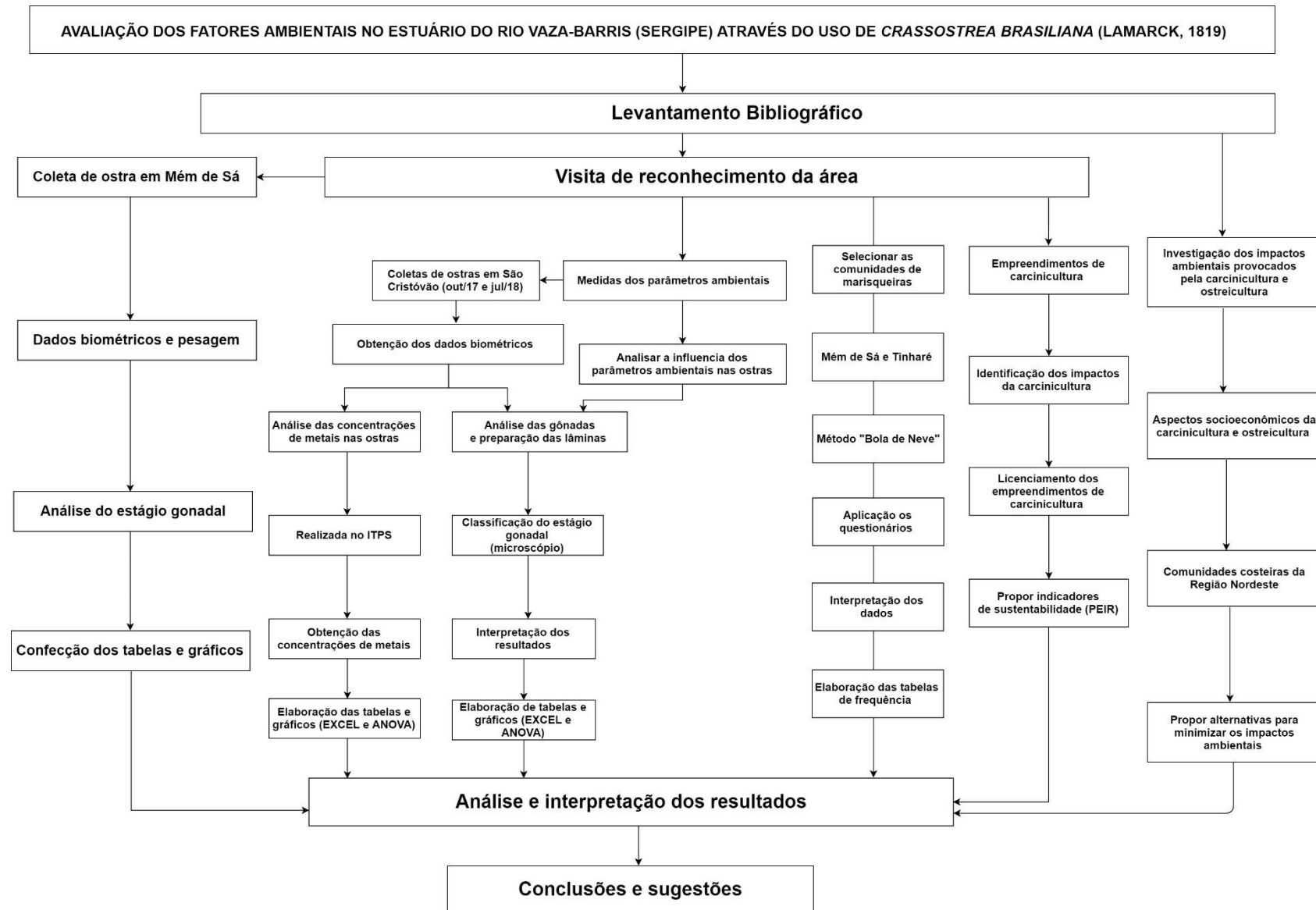
Os participantes da pesquisa das comunidades da Ilha Mem de Sá e Tinhaé tiveram sua identificação mantida em sigilo, com a finalidade de assegurar o anonimato e a confidencialidade das informações obtidas. Antes da aplicação do questionário foi explicado e esclarecido para os participantes a finalidade da pesquisa. Após aplicação dos questionários



(ANEXO I), os mesmos foram analisados, e elaborados banco de dados, os quais foram apresentados em tabelas de frequência.

O fluxograma apresentado na Figura 2.10, mostra a síntese da elaboração metodológica desta pesquisa.

Figura 2.10- Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2018.

Nas últimas décadas, observou-se um crescimento considerável na produção de ostras e camarões, isso se deu devido à redução dos estoques pesqueiros naturais gerados pelo excessivo esforço de pesca e a necessidade de introduzir mais proteínas na alimentação humana. Desta forma, o próximo capítulo, submetido à **Revista Arquivo de Ciências do Mar**, permitiu investigar os impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil. Além disso, possibilitou propor alternativas que possam contribuir com a diminuição dos impactos ambientais provocados por essas atividades, possibilitando que as mesmas sejam implantadas de forma sustentável, minimizando a exploração dos recursos pesqueiros naturais e gerando renda para as comunidades costeiras.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, A. V. Caracterização da Pesca Desenvolvida no Estuário *In*: ALCÂNTARA, A. V. (coord.). **Avaliação Ecológica Preliminar do Estuário do Rio Vaza-Barris (Período Chuvoso de 1999)**. São Cristóvão: Núcleo de Estuários e Manguezais-UFS. Relatório técnico apresentado à Equipe de Estudos da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) em Atendimento ao Contrato JICA-FAPESE Nº 09/99 e ao Convênio FAPESE-UFS Nº 42/99, 1999.
- AMARAL, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) do Atlântico Oeste**. Dissertação (Mestrado em Biociências), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, p.99, 2010.
- BRABOSA, J. C. S. **Distribuição espaço-temporal de hidrocarbonetos de petróleo no estuário do rio Vaza Barris – SE**. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p.131, 2014.
- CAMARGO, J. B. D. A. **Efeitos biológicos da contaminação sobre bivalves filtradores de regiões do litoral de São Paulo, com ênfase na Baixada Santista**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade de São Paulo, p.145, 2018.
- CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A carcinicultura no espaço litorâneo sergipano. **Revista da Fapese**, Sergipe, n.3, v.1, p. 87-112, 2007.
- CONCEIÇÃO, S. S. O. **(In) sustentabilidade turística no estuário do rio Vaza-Barris/SE: perspectiva analítica da legislação vigente**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p.135, 2015.
- CPRM. Estado de Sergipe. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Estado-de-Sergipe-395.html>>. Acesso em: 2 de abr. 2019.
- DOMINGOS, F. X. V. **Biomarcadores de contaminação ambiental em peixes e ostras de três estuários brasileiros e cinética de derivados solúveis do petróleo em peixes**. Tese (Doutorado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Paraná, p.130, 2006
- FAIRBRIDGE, R.W. The estuary: its definition and geodynamic cycle. *In*: Olausson, E.; Cato, I. [Eds.] *Chemistry and biogeochemistry of estuaries*. New York, John Wiley and Sons, p.1-35, 1980.
- FONTES, A. L. **Distribuição dos manguezais no litoral sergipano**. Informação verbal. 1999.
- GALTISOFF, P. S. The american oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791). **Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service**, v. 64, p. 1-480, 1964.
- LEITE, M. M. B. X. **Entre o rio e o mar: educação ambiental para o fortalecimento da comunidade pesqueira do mosqueiro – Aracaju/SE**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, p.151, 2007.

MAMEDE, T. C. A. **Biomonitoramento por *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1928) e percepção de risco socioambiental na Baía de Todos os Santos, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Geoquímica), Universidade Federal da Bahia, p.120, 2012.

PEREIRA, O. M.; MACHADO, I. C.; HENRIQUES, M. B.; GALVÃO, M. S. N.; YAMANAKA, N. Avaliação do estoque da ostra *Crassostrea brasiliana* em rios e gamboas da região estuarino-lagunar de Cananéia (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, n.1, p. 85-95, 2001.

SANTOS, H. V. S.; SANTOS, T. O. HOLANDA, F. S. R. Indicadores para diagnóstico das alterações antrópicas no manguezal do estuário do Rio São Francisco. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 39, n. 2, p. 166-178, 2011.

SANTOS, S. S. C. **Modelagem de distribuição potencial e morfometria geométrica das populações florísticas de mangues no litoral sul de Sergipe, Brasil**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p.200, 2016.

SIQUEIRA, K. L. F. **Avaliação do sistema de cultivo de ostra do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) no estuário do rio Vaza-Barris (Sergipe)**. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju-SE. p.79, 2008.

TOMLINSON, P.B. **The Botany of Mangroves**. Cambridge University Press, Cambridge, p.419, 1986.

VASCO, A. N.; JÚNIOR, A. V. M.; SANTOS, A. C. A. S.; RIBEIRO, D. O.; TAVARES, E. D.; NOGUEIRA, L. C. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza-Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. **Scientia plena**, v. 6, n. 9, 2010.

### **CAPÍTULO 3**

## **IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA OSTREICULTURA E CARCINICULTURA MARINHA NA REGIÃO NORDESTE, BRASIL**

### 3. IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA OSTREICULTURA E CARCINICULTURA MARINHA NA REGIÃO NORDESTE, BRASIL<sup>1</sup>

Environmental and socio-economic impacts of oyster farming and marine shrimp farming in Brazil's Northeast region

**Josevânia de Oliveira**

**Rosemeri Melo e Souza**

**Edilma de Jesus Andrade**

**RESUMO:** O estudo objetivou caracterizar os impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil. O estudo foi realizado com base em dados secundários obtidos através de pesquisa documental e revisão bibliográfica. Na região Nordeste, parte dos empreendimentos de ostreicultura e, sobretudo, de carcinicultura, são geridos inadequadamente, colocando em risco a sustentabilidade técnica, econômica e ambiental dessas atividades. Apesar de o Nordeste brasileiro destacar-se na produção de camarão, ainda é preciso que muito seja feito para minimizar os impactos ambientais. Contudo, a ostreicultura e, especialmente, a carcinicultura, são indiscutivelmente importantes socioeconomicamente, gerando emprego e desempenhando significativo papel na economia do país. Porém, é imprescindível adotar planejamento ambiental que respeite o código de boas práticas, associado a cursos de capacitação para os produtores e o desenvolvimento tecnológico para o aprimoramento dos cultivos de ostra e camarão, com a finalidade de torná-los menos impactantes e mais rentáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivo de ostra e camarão; Entraves ambientais; Importância socioeconômica; Nordeste brasileiro.

**ABSTRACT:** In this study we aim to identify the environmental and socioeconomic impacts of oyster farming and marine shrimp farming in the Northeast region of Brazil. The methodology consists on secondary data analysis and bibliographic review. In the Northeastern region, a not negligible part of the oyster farms and shrimp farms are inadequately managed, jeopardizing the technical, economic and environmental sustainability of these activities. Although the Brazilian Northeast stands out in shrimp production, much still needs to be done to minimize environmental impacts. However, oyster farming, and especially shrimp farming, are undoubtedly important in a socioeconomic perspective, generating jobs and playing a significant role in the domestic economy. Therefore, it is essential to implement new training courses for producers and to adopt an environmental planning that respects the good practices. This could help the technological development which improves oyster and shrimp farming, making them less impacting and more profitable.

**KEYWORDS:** Oyster farming; Shrimp farming; Environmental impacts; Socioeconomic value; Brazilian Northeast.

#### 3.1. INTRODUÇÃO

A ostreicultura e a carcinicultura são seguimentos da aquicultura que vêm ganhando destaque nos estados brasileiros. As atividades referem-se, respectivamente, ao cultivo de ostra e à técnica de criação de camarões em viveiros, ambas para o consumo humano. Para Kirchner et al. (2016), a aquicultura refere-se à produção em cativeiro de seres que vivem em ambientes aquáticos,

---

<sup>1</sup> Artigo está sendo avaliado pela **Revista Arquivo de Ciências do Mar**.

em qualquer estágio de desenvolvimento. A ostreicultura por muito tempo concentrou-se nas regiões Sul e Sudeste; porém, nos últimos anos a região Nordeste também tem se destacado, devido às condições ambientais propícias da região, que oferecem uma situação favorável ao cultivo de ostra e camarão (PEREIRA; ROCHA, 2015).

No Brasil, tentativas de cultivo de ostra vêm sendo realizadas desde meados da década de 1930. Porém, foi na década de 1970 que essa atividade começou a se desenvolver, com *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) e *C. brasiliana* (Lamarck, 1819) (*C. gigas*), sendo, atualmente, as espécies de ostras cultivadas em Santa Catarina e nos demais estados brasileiros (POLI, 1993). A espécie *C. brasiliana* tem despertado maior interesse por parte dos ostreicultores por apresentar melhor desempenho zootécnico durante o cultivo. O cultivo de ostras ocorreu em Salvador em 1971, pela Universidade da Bahia e Universidade Federal de Santa Catarina. Em seguida, em Pernambuco, por volta de 1974, com os cultivos de *C. rhizophorae* no estuário do rio São Lourenço pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e Universidade Federal Rural de Pernambuco (OLIVERA et al., 2006). Contudo, Ferreira e Oliveira Neto (2006) mencionaram que o primeiro projeto de cultivo de ostra em nível comercial foi implantado no início da década 1980, em Cananéia, São Paulo.

Em relação ao cultivo de camarão em cativeiro no Brasil, desde a década de 1970 tem-se constituído em uma atividade econômica relevante, gerando empregos e desenvolvimento para os estados que adotam essa prática (OLIVEIRA, 2011). O Rio Grande do Norte é considerado o berço da carcinicultura brasileira devido à criação do “Projeto Camarão”, que ocorreu ainda anos 1970. Nesse mesmo momento, em Santa Catarina, na Região Sul, também estavam sendo desenvolvidas pesquisas de reprodução, larvicultura e engorda do camarão cultivado. Esse estado destacou-se por conseguir produzir as primeiras pós-larvas em laboratório da América Latina. No entanto, o primeiro projeto de produção comercial do camarão cultivado ocorreu em Rio Grande do Norte, entre 1978 e 1984, com a espécie *Penaeus japonicus* (ABCC, 2011).

Devido à redução de ostras nos manguezais, os pescadores artesanais têm procurado fontes alternativas de renda. A aquicultura é vista como possibilidade viável, devido à sua relevância socioeconômica para as comunidades pesqueiras, uma vez que proporciona renda adicional e contribui para a fixação das populações tradicionais nas áreas de origem (MOSCHEN, 2007). Brabo et al. (2006) argumentaram que, o Brasil se destaca entre os países com maior potencial para a aquicultura, por apresentar disponibilidade hídrica, extensa área costeira e clima propício, além da ocorrência natural de espécies aquáticas que despertam interesse zootécnico e mercadológico. Cruz et al. (2015) enfatizaram que a diminuição dos estoques pesqueiros naturais provoca uma



preocupante crise mundial na oferta de pescado, sobretudo no tocante ao aumento do esforço de pesca, à sobre-exploração e consequentemente a supressão e degradação dos ecossistemas.

Nascimento et al. (2015) ressaltaram que o desenvolvimento tecnológico é imprescindível para o aprimoramento dos sistemas de cultivo em aquicultura, inclusive na produção de ostra e camarão, para que tornem esses cultivos menos impactantes e mais rentáveis. Segundo Herbert et al. (2016), o cultivo de ostras pode alterar significativamente a diversidade e a estrutura das comunidades. Os autores ainda relatam a necessidade de adotar medidas de gestão para mitigar os impactos ambientais com finalidade de promover o desenvolvimento sustentável da ostreicultura.

O presente estudo tem como objetivo investigar os impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil. Com a finalidade de propor alternativas que venham contribuir para minimizar os impactos ambientais provocados por essas atividades, possibilitando que as mesmas sejam implantadas e operem de forma sustentável, reduzindo a exploração dos recursos pesqueiros naturais e gerando renda, principalmente para as comunidades costeiras.

### **3.1.1.Ostreicultura na Região Nordeste**

Nas últimas décadas, com o crescimento populacional, surge uma maior necessidade de produção de alimento, sendo que os recursos pesqueiros naturais não têm sido suficientes para suprir a demanda. Galvão et al. (2012) ressaltaram que a ostreicultura, se bem implantada e regulamentada, pode diminuir os impactos provocados pelo extrativismo nas populações naturais. Entretanto, essa atividade ainda requer melhoramento nas etapas de planejamento e na seleção de áreas adequadas ao cultivo de ostras. Kirchner et al. (2016) citaram que, grande parte dos estabelecimentos aquícolas presentes no Brasil encontram-se concentrados na região Nordeste, com exceção de ostreicultura e malacocultura, que estão concentrados na região Sul, inclusive em Santa Catarina. Apesar de a produção de ostra ser pouco expressiva no Nordeste, a região apresenta condições oceanográficas adequadas para o desenvolvimento dessa atividade.

Existe o registro de estudos referentes à ostreicultura para quase todos os estados do Nordeste. Para a Bahia, foram registrados os trabalhos de Oliveira et al. (2014), Souza (2014) e Santos et al. (2017) que tratam da caracterização do perfil socioeconômico, sustentabilidade e relevância da ostreicultura para as comunidades litorâneas. No Ceará, Modesto et al. (2010) avaliaram a utilização da ostra nativa *C. rhizophorae* no tratamento de efluentes provenientes dos viveiros de camarão, município de Aracati. Em Piauí, Santos et al. (2016) caracterizaram a atividade da pesca extrativa das ostras *C. mangle* e *C. brasiliiana* na região do delta do rio Parnaíba.

Para o estado de Pernambuco, Almeida e Gálvez (2007) pesquisaram a delimitação de parques aquícolas para o cultivo da “ostra nativa” *C. rhizophorae*, os quais integram o Plano Local de Desenvolvimento da Maricultura no litoral norte. Lavander et al. (2013) estudaram os avanços do cultivo de ostras em escala familiar na Barra de Catuama, cidade de Goiana, litoral norte de Pernambuco. Em Sergipe, Silva et al. (2000) pesquisaram os principais fatores socioambientais que possibilitam o desenvolvimento do cultivo comunitário de ostras em Ponta do Mangues, rio São Francisco. Cruz et al. (2015) analisaram alterações ambientais associadas à presença de uma ostreicultura no estuário do rio São Francisco, Brejo Grande.

### **3.1.2. Carcinicultura na Região Nordeste**

A carcinicultura é recente no Brasil, porém vem se consolidando como uma atividade econômica promissora, principalmente na região Nordeste. Rodrigues e Borba (2013) mencionaram que a região Nordeste foi responsável por mais de 99% da produção nacional em 2011. Os autores ainda destacaram que, após mais de 20 anos de iniciada a exploração comercial da espécie de camarão *Litopnaeus vannamei*, os recursos naturais da região Nordeste ainda se encontram favoráveis e atrativos, justificando a concentração de aproximadamente 98,81% dos empreendimentos de carcinicultura, implicando que o cultivo do camarão permanece quase dentro das fronteiras da região, entre a Bahia e o Maranhão. Devido ao seu rápido crescimento, essa atividade tem gerado intensas discussões relacionadas aos aspectos econômico, social e ambiental.

Atualmente, há estudos que tratam da carcinicultura para grande parte dos estados que compõem a região Nordeste. No Piauí, Araripe et al. (2006) analisaram os aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na Área de Preservação Ambiental (APA) do delta do Parnaíba. No Rio Grande do Norte, Ferreira et al. (2008) constataram a influência da carcinicultura sobre a salinização do solo em áreas do município de Guamaré, Macau. Jerônimo e Balbino (2012) realizaram a caracterização físico-química de efluentes da carcinicultura e seus impactos no meio ambiente, gerados na etapa de despesca. Na Paraíba, Silvestre et al. (2011) identificaram os principais impactos da prática da carcinicultura na Área de Proteção Ambiental, na Barra do rio Mamanguape. Oliveira e Souza (2015) apontaram os impactos da atividade de carcinicultura e da implantação de seus empreendimentos.

No Ceará, Figueiredo et al. (2005) analisaram os parâmetros pH, turbidez, nitrato, amônia total em efluentes de dois viveiros, localizados na bacia do Baixo Jaguaribe. Mesquita et al. (2012) avaliaram os entraves ambientais provocados pelos empreendimentos de camarão no estuário do rio Pirangi (Ceará). Tahim e Junior (2014) averiguaram as formas de cultivo de camarão na região

Nordeste, em especial dos arranjos produtivos de carcinicultura no Ceará. Para a Bahia, Dias et al. (2012) estudaram os conflitos presentes entre a produção de camarão marinho em cativeiro e a criação de uma unidade de conservação federal (Reserva Extrativista).

No estado de Sergipe, Wanderley e Magalhães (2004) fizeram o mapeamento da aptidão para a instalação de viveiros de camarão no Litoral Sul. Carvalho e Fontes (2007) realizaram a caracterização da carcinicultura no litoral de Sergipe, por meio da análise dos aspectos ambientais, socioeconômicos e das práticas de manejo utilizadas. Ainda em Sergipe, Muhlert et al. (2013) utilizaram indicadores numéricos para correlacionar a sustentabilidade ecológica dos empreendimentos de carcinicultura marinha em ‘terras altas’ (licenciados) e ‘terras baixas’. Garcia et al. (2014) examinaram a qualidade da água proveniente da carcinicultura na grande Aracaju. Lima e Silva (2014) estudaram os empreendimentos de carcinicultura, abordando aspectos sociais, econômicos e territoriais em áreas de preservação permanente. Por fim, Oliveira et al. (2017) identificaram e caracterizam os impactos ambientais mais relevantes relacionados à carcinicultura marinha no estuário do rio Vaza-Barris em São Cristóvão.

### 3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Brasil é formado por cinco regiões geográficas, dentre estas, a região Nordeste destaca-se por ser a terceira maior, ocupando 18,7% da área do Brasil, com extensão territorial de 1.561.177,8 m<sup>2</sup>. Composto por nove estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (Figura 3.1). De acordo com os dados do IBGE (2010), essa região apresenta população de 53.078.137 abrangendo cerca de 28% da população residente no Brasil (ARAÚJO, 2011).

Figura 3.1 - Mapa do Brasil, em destaque na cor verde, área de estudo representada pela região Nordeste e seus estados.



Fonte: Modificado de Cerqueira e Francisco (2017).

Com densidade demográfica correspondente 34,1 hab/km<sup>2</sup>, apresentando crescimento demográfico de 1,3% ao ano, sendo que a população urbana representa 73% do valor total. A região Nordeste possui 18% das bacias hidrográficas presentes no Brasil. Essa região caracteriza-se pelo clima seco, pois se localiza na zona intertropical da terra, recebendo maior incidência de luz, justificando temperaturas elevadas durante todo o ano. O clima é composto de três tipos: clima tropical, característico do sul da Bahia, centro do Maranhão e litoral de todos os estados da região; clima semiárido, que abrange a região central do Nordeste, com temperaturas mais elevadas durante o ano todo, presença de chuvas irregulares e ocorrência de longos períodos de estiagem; e clima equatorial úmido, que se restringe ao oeste do Maranhão, sofrendo influência do clima equatorial, com temperaturas elevadas e chuvas abundantes (BRASIL, 2005).

O litoral brasileiro apresenta cerca de 92% da linha de costa ( $\pm 6.800$ km) ocupada pelo ecossistema manguezal, estendendo-se do Amapá a Santa Catarina. O manguezal nordestino tem se destacado, como um ecossistema de grande valor ecológico e ambiental. Isso se deve ao clima semiárido e às características oligotróficas das águas costeiras, e à relevância da pesca artesanal para comunidades costeiras. Nas últimas décadas, o uso e a ocupação das regiões estuarinas nordestinas tiveram um grande aumento devido à relevância econômica para a população litorânea. Contudo, o manguezal é um dos ambientes tropicais mais ameaçados do mundo e, dentre as principais atividades que vêm impactando e reduzindo as áreas de manguezal no nordeste brasileiro, destacam-se os segmentos da aquicultura, inclusive a carcinicultura (VALIELA et al., 2001).

Foi realizado o levantamento bibliográfico relacionado a ostreicultura e a carcinicultura marinha, os impactos ambientais e socioeconômicos que essas atividades podem provocar na região Nordeste do Brasil. O estudo foi desenvolvido a partir de dados secundários obtidos através de pesquisa documental e de revisão bibliográfica. Grande parte dos dados foram obtidos na base disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além disso, foram utilizados dados publicados pela Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), Manual de Cultivo de Ostra do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), entre outros.

### **3.2.1.Cultivo de Ostra**

A ostra é um organismo aquático marinho, pertencente ao filo Mollusca, classe Bivalvia e família Ostreidae (Rios, 1994), representada por várias espécies. Porém, as duas espécies nativas

que podem ser cultivadas são conhecidas popularmente como ostra preta e ostra branca, cujos nomes científicos são respectivamente *C. brasiliiana* (Lamarck, 1819) e *C. rhizophorae* (Guilding, 1828). Frequentemente encontrada na costa brasileira, *C. brasiliiana* teve seu primeiro registro para o Brasil a partir da década de 1970. Atualmente é considerada a melhor espécie para ser cultivada, pois cresce rapidamente e atinge um tamanho maior se comparada a *C. rhizophorae*.

*C. brasiliiana* ocorre preferencialmente em ambientes marinhos, desde regiões polares até o equador, em águas rasas e abissais. Tem hábito de vida predominante bênticos infaunais ou epifaunais. Obtém o alimento por meio da filtração, alimentando-se basicamente de pequenas algas microscópicas (fitoplâncton), micro-organismos em geral (bactérias, fungos) e detritos presentes na água. Além disso, apresenta uma grande capacidade de acumular substâncias em seus tecidos. A anatomia corporal é constituída pelo manto, músculos paliais e adutores, brânquias, massa visceral e pé. O desenvolvimento da espécie inclui fases larvais (trocófora, larva D, umbo e pedivéliger). A duração desse processo ocorre entre 20 a 22 dias no plâncton (AMARAL, 2010).

Os parâmetros ambientais como salinidade e pH, juntamente com as partículas sólidas em suspensão, interferem na taxa de filtração da água e, conseqüentemente, na obtenção de alimento e acúmulo de substâncias nos tecidos das ostras. A temperatura também é um fator limitante em diversos processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica dos organismos, bem como o crescimento, taxa de alimentação, metabolismo e processo de reprodução (VINATEA, 1999). As espécies de ostras são, geralmente, cultivadas em ambientes estuarinos, zona de transição entre água doce e marinha, que está frequentemente sujeita à influência antrópica, principalmente o aporte de matéria orgânica.

Informações das características fisiológicas e ecológicas da ostra nativa, aliadas aos programas de seleção e melhoramento genético eficaz, são fatores cruciais para o desenvolvimento e implantação da ostreicultura. De acordo com Proença (2002), o cultivo de moluscos marinhos vem crescendo em várias regiões do mundo e, nos últimos anos, isso não tem sido diferente no Brasil. A ascensão dessa atividade deve-se às suas características, que implicam na rapidez do desenvolvimento dos organismos aquáticos e baixos custos do investimento. O cultivo de ostra consiste em três fases, as quais estão relacionadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Etapas de cultivo de ostra, caracterização e técnicas de manejo.

Fases de cultivo de ostra	Caracterização	Manejo
Inicial ou Semente	São denominadas sementes as ostras que apresenta 5 a 15mm. Essas sementes podem ser retiradas do manguezal, coletadas com o uso de coletores, ou compradas de laboratórios de larvicultura.	As ostras são colocadas no interior das lanternas, que são redes cilíndricas de 60 cm, com 8 a 10 andares, numa média de 1000 sementes por andar, separadas entre si a cada 20 cm. A lanterna é revestida por malhas de abertura de 2 a 5mm.
Intermediária ou Juvenil	As ostras possuem um tamanho de 20 a 30mm, sendo retiradas das malhas de 2 a 5mm passando para malhas com aberturas de 5 a 8mm. Nessa fase as ostras necessitam de mais espaço para crescer.	Dentro de um período de 30 dias é realizado um novo peneiramento, sendo que as ostras atingiram um tamanho de 40 mm passam para fase final do cultivo.
Final ou Engorda	Quando as ostras atingem mais ou menos 6 cm de altura, passam para a fase final de cultivo (a engorda), que dura entorno de 4 a 6 meses. Nessa fase serão mantidas até atingirem o tamanho de comercialização (8 cm).	As ostras são manejadas de 30 em 30 dias. A densidade diminui para 100 a 50 ostras por andar em suas lanternas. Utilizam-se as bombas de limpeza, um hidro-compressor ou moto-bomba.

Fonte: Modificado de Oliveira (2005).

Considerando-se a profundidade do local onde serão implantados os empreendimentos de ostreicultura, adota-se diferentes sistemas de cultivos, podendo ser de fundo ou suspenso. Segundo Poli (2004), o sistema de fundo refere-se a uma extensão do modo de sobrevivência natural das ostras, pois as sementes são conservadas na superfície arenosa do mar, local onde se desenvolvem e crescem. No Brasil, o tipo de cultivo mais utilizado é o suspenso, que pode ser fixo (mesa) e flutuantes (espinhel ou long-line e balsa). Esse tipo de cultivo apresenta algumas vantagens, permitindo o cultivo de grande quantidade de ostras com a utilização de pouca área e aproveitamento do volume d'água.

### 3.2.2.Cultivo de Camarão

*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) é uma espécie de camarão pertencente ao filo Arthropoda, subfilo Crustacea e a classe Malacostraca. É a espécie de camarão marinho cultivada nos viveiros presentes no Brasil, inclusive na região Nordeste. Conhecida popularmente como camarão branco do pacífico, pois é originário da Costa do Pacífico, sendo encontrado naturalmente desde a porção leste do Oceano Pacífico, em faixas de temperatura entorno de 20° a 30° centígrados. *L. vannamei* apresenta tolerância às variações de salinidade, às oscilações de temperatura e altas taxas de densidade em viveiro, apresentando uma boa conversão alimentar e aceitação à ração (Sampaio et al., 2010). Na natureza, *L. vannamei* pode crescer até cerca de 230mm, apresentando

preferência por fundos de lama e, geralmente, é encontrada desde a região do infralitoral até profundidades de 72 metros (BARNABÉ, 1996; COSTA, 2010).

Fonseca et al. (2009) mencionaram que, nas últimas décadas, a carcinicultura marinha encontra-se em constante desenvolvimento e atualmente, constitui-se como única opção para suprir a demanda de camarões provocada pelo crescente consumo e estagnação dos recursos pesqueiros naturais. Para o crescimento e sobrevivência dos camarões é de grande importância manter a qualidade da água em concordância com os parâmetros adequados; porém, os sistemas tradicionais de cultivo em viveiros requerem altas taxas de renovação, podendo atingir até milhares de metros cúbicos por dia. No Brasil, e em especial na região Nordeste, os principais problemas relacionados à carcinicultura são os impactos ambientais provocados pela atividade quando desempenhada de forma irregular. Os dados relacionados aos impactos originados pelas carcinicultura sergipana, sua produção, seu processo de licenciamento e sua regularização podem ser verificados no próximo capítulo.

Globalmente são utilizados inúmeros sistemas de cultivo de camarões. Entre eles, destacam-se: os viveiros escavados em terra, tanques à base de concreto, gaiolas flutuantes e cercados. Os cultivos de camarão distinguem-se em relação aos procedimentos de alimentação, nas taxas de renovação de água, as quais têm consequência na quantidade e qualidade dos efluentes gerados, assim como nas formas de manejos (RIBEIRO et al., 2014). O cultivo de camarão em cativeiro engloba as fases relacionadas no Quadro 3.2.

Os sistemas de criação de camarão podem ser classificados em: extensivo, semi-intensivo e intensivo. Na primeira forma de cultivo o camarão é criado em densidades baixas (máximo de 3 juvenis/m<sup>2</sup>), alimentando-se do que cresce no viveiro, e a renovação da água é realizada pelo mar, não ocorrendo o controle da qualidade da água e nem do solo. No semi-intensivo ocorre o aumento da densidade (3 a 150 juvenis/m<sup>2</sup>), e com isso é preciso alimentar o animal com rações balanceadas apropriadas para camarão; também ocorre a renovação da água por meio de bombeamento, sendo necessária a realização do controle de parâmetros (oxigênio dissolvido na água, salinidade, pH, entre outros). Já no sistema intensivo, que apresenta densidades de 150 a 250 juvenis/m<sup>2</sup>, as populações bentônicas de micro crustáceos e poliquetas, presentes nos sistemas extensivo e semi-intensivo, não se desenvolvem devido à alta densidade dos camarões nos viveiros. Além disso, a ração balanceada tem que suprir a deficiência de alimentos naturais (AZEVEDO, 2005).

Quadro 3.2 - Resumo das fases e etapas dos empreendimentos de cultivo de camarão.

Fases	Causas	Efeitos	Etapas	Descrição	Alimentação
Implantação	Destruição de áreas úmidas (mangues e alagados salinos).	Perda de habitats e áreas berçário; erosão costeira; redução na captura de espécies comercialmente importantes; acidificação; alteração nos padrões de drenagem de água.			
	Conversão de áreas agricultáveis.	Salinização do solo e alteração nos padrões de drenagem de água.			
	Conversão de planícies salinas.	Alteração nos padrões de drenagem de água.			
Operação	Descarte de efluente dos viveiros.	Deterioração da qualidade da água no corpo receptor (depleção de oxigênio, redução de luminosidade; alterações na macrofauna bentônica; e eutrofização).	Larvicultura	Produção de larvas. Após período de adaptação é realizado uma seleção onde os mais aptos são escolhidos e os organismos selecionados são transferidos para os tanques berçários.	Organismos vivos, náuplius de artemia. Na etapa de pós-larva, a alimentação é baseada em ração balanceada apresentando entre 35 e 45% de proteína.
	Escapes de indivíduos dos viveiros.	Introdução de espécie exótica, competição, destruição de habitats, predação.			
	Introdução e disseminação de doenças.	Quebras de produção e infecção de populações nativas.		Aclimação às condições ambientais da fazenda e seleção dos indivíduos mais resistentes e com tamanho homogêneo para a fase de engorda.	A alimentação é similar a das pós-larvas, com diferença na quantidade de ração balanceada. Além disso, existe a contribuição da alimentação natural, auxiliada pela fertilização orgânica e inorgânica das águas dos tanques.
	Descarte de substâncias químicas.	Resistência a patógenos e efeitos desconhecidos em espécies que não a espécie-alvo.			
	Intrusão de água salina.	Contaminação de aquíferos subterrâneos.			



			Berçário		
	Disposição de sedimentos.	Lançamento de nutrientes, carga orgânica e substâncias químicas no ambiente.	Engorda	Os viveiros recebem maior quantidade de ração com o intuito de que os animais cultivados alcancem tamanho e peso ideais para despesca.	Durante esta etapa a quantidade de ração é proporcional à biomassa total de camarões no tanque. Desta forma, a quantidade de ração diminui, mas o percentual de proteína aumenta.
	Uso excessivo de água.	Competição com outros usuários de água.			
			Despesca	Retirada da água dos tanques, coleta e abate dos camarões.	
Pós-operação	Abandono de área.	Competição com outros usos por espaço.			

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al. (2014).

### **3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção são apresentados resultados e discussões da pesquisa a partir da análise dos dados obtidos. Decidiu-se em organizar os dados em dois tópicos: o primeiro refere-se aos impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura; e o segundo trata-se dos impactos ambientais e socioeconômicos da carcinicultura. Além disso, são expostas alternativas que possibilitem amenizar os impactos ambientais provocadas por essas atividades.

#### **3.3.1. Impactos ambiental e socioeconômico da ostreicultura**

A ostreicultura engloba benefícios relacionados aos aspectos ambientais, econômico e social, que podem ser utilizados para beneficiar as comunidades tradicionais. De acordo com Vinatea (1999), na perspectiva ambiental a ostreicultura pode minimizar a pressão sobre os estoques naturais, diminuindo a forma predatória de coleta, que consiste, muitas vezes, no corte de raízes dos mangues, comprometendo todo o ecossistema, inclusive o equilíbrio ecológico. No tocante ao aspecto econômico, o cultivo sustentável da ostra pode proporcionar a oportunidade de ingressar em novos mercados, tal como na geração de renda e fonte de alimentos para as comunidades costeiras. Já no ponto de vista social, a ostreicultura pode proporcionar a inclusão social por meio da complementação da renda familiar, promovendo assim a igualdade entre gêneros nas comunidades litorâneas.

Gomes et al. (2009) destacaram que a ostreicultura tem se mostrado uma atividade adequada às condições socioeconômicas das comunidades tradicionais, inclusive para as marisqueiras, já que essas mulheres têm como subsistência a coleta de ostra do manguezal. Essa atividade exige baixos custos de investimentos e pode ser realizada em conciliação com outras atividades produtivas e afazeres domésticos. Além disso, oferece uma boa rentabilidade, podendo reverter-se em suplementação da renda familiar dessas mulheres. Os autores ainda chamaram atenção para o fato de que a ostreicultura comunitária, junto ao uso sustentável dos recursos naturais, pode ser uma alternativa interessante para reduzir a pressão exercida pelas atividades intensivas da agricultura moderna e da carcinicultura nas zonas costeiras ou em suas proximidades.

A estruturação da cadeia produtiva de ostra representa uma alternativa de renda para pescadores e produtores, contribuindo para a redução dos impactos ambientais provocados pela extração destes organismos nos bancos naturais. Mesmo como imenso potencial natural apresentado pelas regiões brasileiras, a estruturação da cadeia produtiva de ostra ocorreu de forma precária e frágil. Em relação à sustentabilidade da ostreicultura, Proença (2002) chamou atenção para a relevância do conhecimento do funcionamento ecológico dos ambientes marinhos onde são

efetuados os cultivos, incluindo ainda a produção total, autodepuração, morfologia da região, produtividade primária, hidrodinâmica local e taxas de troca com ambientes limítrofes ou interfaces.

Ahmed e Solomon (2016) ressaltaram que algumas práticas de cultivo de ostra, se geridas inadequadamente, podem resultar em impactos ecológicos de longo prazo, principalmente sobre estoque de ostras que podem afetar gravemente a disponibilidade de fitoplâncton para outras espécies que compõem a fauna aquática. Isso ocorre quando se excede a “capacidade de carga” de um determinado cultivo, afetando o retorno econômico e o equilíbrio ecológico local. Como solução, os autores mencionam a relevância de adotar um planejamento ambiental que respeite o código de boas práticas adotado para essa atividade, bem como o desenvolvimento de cursos de capacitação para os ostreicultores visando à implantação de cultivo sustentável socioeconomicamente e ecologicamente.

Em relação aos principais impactos provocados pelo cultivo de ostra, Callier et al. (2008) apontaram a depleção da biomassa fito e zooplancônica, redução do séston na coluna d’água devido à filtração realizada pelos bivalves, aumento das taxas de sedimentação da biodeposição, que pode provocar o enriquecimento orgânico, e alterações na geoquímica do sedimento. O cultivo de ostras, mesmo não utilizando administração externa de alimentação, pode concentrar elementos excretados nas proximidades dos locais de cultivo. Barbieri et al. (2014) frisaram que os resíduos sólidos gerados pela ostreicultura são formados por fezes e pseudofezes<sup>2</sup> das ostras. As fezes juntamente com as pseudofezes são denominadas de biodepósitos. Os autores ainda salientaram que os biodepósitos podem provocar redução da abundância da macrofauna bentônica nos locais de cultivo de moluscos.

No estudo realizado por Cruz et al. (2015) em um empreendimento de ostreicultura, situada no estuário do rio São Francisco (Sergipe), foi constatado que as estruturas utilizadas no sistema de cultivo de ostras contribuem para gerar alterações na dinâmica local, funcionando como uma barreira física, diminuindo a hidrodinâmica, facilitando a deposição da matéria orgânica produzida pelo cultivo, provocando alterações nas comunidades de Nematoda. Como alternativa para reduzir esses impactos, os autores sugerem que em diferentes ciclos do cultivo mude-se o local das estruturas, com a finalidade de melhorar a circulação natural no local e para que haja o reestabelecimento da fauna e flora.

Freitas et al. (2009) relataram que, nas áreas de cultivo de ostra, a biodeposição presente nos fundos das áreas cultivadas contribui para a modificação dos fluxos das correntes da água, tornando

---

<sup>2</sup> Pseudofezes são a porção de alimento filtrado que é rejeitado junto com muco antes de ser ingerido, após uma seleção do sistema filtrador do animal em busca de partículas de maior teor orgânico (BARBIERI et al., 2014).

muitas vezes essas regiões anóxicas, e com condições inapropriadas para o próprio cultivo. Além disso, em locais rasos com limitada circulação de água, os impactos negativos sobre o sedimento ainda são maiores devido à presença dos biodetritos e animais que despencam dos cultivos. Outro problema sério é à dificuldade que os produtores enfrentam na etapa de comercialização, pois a maioria não possui clientela fixa, dependendo dos atravessadores. É necessário o desenvolvimento de cursos de capacitação direcionados aos produtores, buscando orientá-los sobre técnicas comerciais, tornando-os independentes dos atravessadores para comercialização. Procedimentos que agreguem valor ao produto também são relevantes, relacionados ao monitoramento contínuo, selo de certificação da qualidade do produto, e controle de inspeção sanitária (SERAFIM JUNIOR et al., 2012).

O Brasil tem contribuído aproximadamente com 5% da produção de proteína animal aquática, representando um ritmo de crescimento superior à média nacional (DUTRA et al., 2014). Com base nos dados publicados pelo IBGE, em 2013 a piscicultura produziu 392.493,00 toneladas, correspondendo a 82% da produção brasileira, ao passo em que a carcinicultura produziu 64.669,00 t, por volta de 13% da produção do Brasil. Contudo, a produção de moluscos foi menos expressiva, equivalente a 19.360,00 t, representando 4% da produção registrada para o Brasil. De acordo com FAO, em 2000 a produção mundial de moluscos correspondia a 30% do total da produção da aquicultura; já em 2015 notou-se uma redução considerável, passando para 21%, diferentemente do que foi constatado para a carcinicultura, que antes era de aproximadamente 5% e nas últimas décadas passou para 10%. A produção de ostras, vieiras e mexilhões no Brasil foi de 20,9 mil toneladas em 2017, variação positiva de 0,5% em relação a 2016. Santa Catarina foi o principal estado produtor, sendo responsável por 98,1% da produção brasileira, o que torna a região Sul também a principal região, tendo representatividade de 98,4% (IBGE, 2018).

Dentre os segmentos da aquicultura, a piscicultura destacou-se por contar com cerca de 67,8% da produção total da aquicultura em 2015. Até 2014, de acordo com as informações produzidas pela FAO, de um total de 580 espécies cultivadas no mundo, os peixes se destacaram com 362 espécies, seguido de moluscos, com 104 e crustáceos, com 62 (FAO, 2016). Em 2014, a produção global de ostra atingiu 5,3 milhões de toneladas, sendo que a China ocupou a posição líder, com 82% de produção mundial, seguido pela Coreia do Sul (6%), Estados Unidos (4%), Japão (3%) e União Europeia (2%) (EUMOFA, 2017).

Com base nos dados do IBGE, entre os anos de 2013 e 2017 (Tabela 3.1), a região Sul destacou-se por ocupar a primeira posição na produção de ostras, mexilhões e vieiras, sendo observado um crescimento no ano de 2014 e uma pequena redução nos anos de 2015 a 2017. Para a

região Sudeste verificou-se um aumento na produção em 2014 (199.179 kg), seguido de uma redução considerável em 2017, mesmo assim permaneceu ocupando a segunda posição na produção desses organismos. A região Nordeste ocupa a terceira posição na produção, sendo que em 2014 ocorreu um aumento considerável e em 2017 uma redução. A região Norte apresentou um aumento expressivo nos anos de 2014 e 2017. Já a região Centro-Oeste não aparece na produção de ostras, mexilhões e vieiras durante o período de 2013 a 2017.

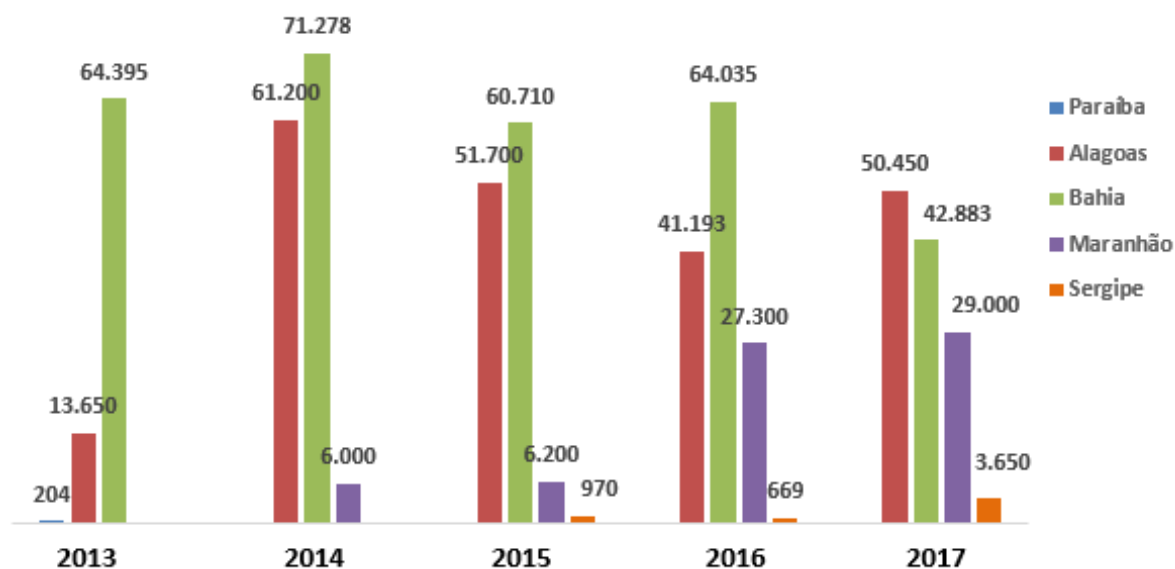
Tabela 3.1 - Produção de ostras, vieiras e mexilhões (quilograma) nas regiões brasileiras no período de 2013 a 2017.

<b>Ano</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Região</b>					
<b>Norte</b>	8.250	42.600	38.240	41.802	55.757
<b>Nordeste</b>	78.249	138.478	119.580	133.197	125.983
<b>Sudeste</b>	181.130	199.179	188.257	192.517	144.791
<b>Sul</b>	19.082.869	21.702.520	20.717.618	20.461.154	20.614.873
<b>Centro-Oeste</b>	-	-	-	-	-

Fonte: IBGE (2018).

Como pode ser visualizado na figura 3.2, em 2013 os estados produtores de ostras, mexilhões e vieiras da região Nordeste foram: Bahia (64.395 kg), Alagoas (13.650 kg) e Paraíba (204 kg), visto que este último apareceu no registro apenas para o referido ano. Para 2014, nota-se a maior participação da Bahia (71.278 kg), seguida de Alagoas (61.200 kg) e Maranhão (6.000 kg). No ano de 2015, verificou-se a participação de quatro estados: Bahia, Alagoas, Maranhão e Sergipe, este último apresentou uma pequena participação, correspondendo a 970 kg. Para 2016 observou-se que a Bahia (64.035kg) apresentou a maior produção, seguida de Alagoas (41.193 kg) e de Maranhão (27.300 kg), Sergipe continuou produzindo, porém em pequena quantidade (669kg). Ademais, em 2017 Alagoas ocupa a primeira posição (50.450kg) dentro dos estados nordestinos, e a Bahia (42.883kg) a segunda, em terceiro lugar o Maranhão com 29.000kg, e Sergipe apresentou um aumento considerável na produção (3.650kg), mas continua ocupando o último lugar (IBGE, 2018).

Figura 3.2 - Produção de ostra, vieiras e mexilhões (quilograma) nos estados nordestinos brasileiros, entre os anos de 2013 e 2017.



Fonte: IBGE (2018).

Apesar da baixa produção de moluscos para o Nordeste, Cruz et al. (2015) acreditam no potencial dessa região para a ostreicultura, devido às condições ambientais favoráveis. Segundo Santos et al., (2017), o cultivo de ostra no nordeste brasileiro pode oferecer uma alternativa para a melhoria da renda, porém a mesma é afetada pela falta de gestão participativa, falta de políticas públicas de apoio aos produtores e da adequação à legislação ambiental vigente. Além disso, os autores ressaltam que organização da cadeia produtiva ainda necessita de melhor desenvolvimento, visto que a baixa renda dos extrativistas está relacionada, principalmente a falta de agregação de valor ao produto e a presença massiva de atravessadores.

### 3.3.2. Impactos ambiental e socioeconômico da carcinicultura

A atividade de carcinicultura apresenta inúmeros riscos para o meio ambiente que pode mudar toda a hidrodinâmica local, provocando desequilíbrio ecológico. Mediante a ascensão dessa prática em discordância com a utilização de práticas sustentáveis, pode-se ocasionar a destruição da vegetação costeira, redução da qualidade da água, salinização dos solos, devastação de áreas de manguezal, e aumento da ocorrência de epidemias, o que consequentemente reduz a produtividade do cultivo de camarões. Tancredo et al. (2011) enfatizaram que, dentre os fatores impactantes relacionados à carcinicultura, o fornecimento de alimento é o principal causador do acúmulo de matéria orgânica, o que provoca a degradação da qualidade da água dos tanques, pois os alimentos não consumidos, juntamente com as fezes dos camarões, contribuem diretamente para a poluição

dos viveiros sob a forma de matéria orgânica. Outros impactos relacionados aos empreendimentos de carcinicultura nas áreas de manguezais estão presentes no Capítulo quatro, especificamente aqueles provocados pelos cultivos de camarão em São Cristóvão, Sergipe.

Saha (2017) ressaltou que a criação de camarão na região costeira do sudoeste de Bangladesh, criou inúmeros problemas ambientais, destruindo os manguezais, e aumentando os problemas de salinidade, afetando negativamente o solo, a água, a agricultura, a pesca, o ecossistema e a subsistência das comunidades costeiras da região. Pois, um pequeno grupo de pessoas apropria-se dos lucros a um custo para a subsistência da maioria e do meio ambiente. Para Mitro et al. (2014), o cultivo de camarão realizado na área do distrito de Bagerhat (Bangladesh) provoca impactos negativos na qualidade da água, inclusive no aumento das concentrações de potássio e sódio, e na redução das concentrações de cálcio. Contudo, tem contribuído significativamente para o aumento da renda anual das pessoas envolvidas.

Para Nascimento e Vicente et al. (2016), o rápido crescimento da carcinicultura contribuiu para a conversão de extensas áreas costeiras em zonas de cultivo de camarão, e com isso os impactos sociais, econômicos e ambientais surgem em várias regiões do globo. Principalmente aqueles relacionados aos efluentes provenientes de viveiros de camarões que causam diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido, eutrofização, contaminação e alteração da biodiversidade aquática. Ribeiro et al. (2014) citaram que, os impactos negativos da carcinicultura podem ser de curto ou longo prazo, envolvendo o desequilíbrio ecológico, a contaminação ambiental e surtos de doenças. Os autores também salientaram que a magnitude dos impactos gerados nas áreas está ligeiramente relacionada à localização das fazendas, local da construção dos tanques, manejo dos viveiros, tipo de cultivo, entre outros. Azevêdo (2005) elencou alguns impactos como: perda de produtos e serviços dos manguezais; conversão, privatização e expropriação de terras; marginalização, desemprego rural e migração; insegurança na disponibilidade de alimentos; distúrbios e conflitos sociais.

No Brasil, no final da década de 90 e início de 2000, notou-se uma redução no ritmo do desenvolvimento da carcinicultura ocasionada por diversos fatores, com destaque para o surgimento de enfermidades virais e bacterianas (NEGREIROS; SANTOS, 2015). Segundo Costa et al. (2012), vem ocorrendo em vários países, nos últimos anos, o vírus da mancha branca (WSSV), que é um patógeno causador de muitos problemas para a carcinicultura, sendo considerado o mais sério patógeno viral de camarões no mundo. O primeiro registo desse vírus para o Brasil ocorreu em 2005, nas fazendas de cultivos de *L. vannamei*, em Santa Catarina. Esse patógeno provocou um decréscimo na produção de camarão, chegando a uma redução de 90%, atingindo inúmeras áreas.

As alterações na qualidade físico-químico da água dos viveiros podem ocasionar estresse e modificações no estado imunológico dos camarões, tornando-os suscetíveis à ação dos patógenos. Na fase aguda da enfermidade, o camarão tem uma redução do apetite, letargia e sua cutícula desprende-se ocorrendo o surgimento de manchas brancas no lado interno da carapaça, mas que pode estar presente em qualquer região do exoesqueleto. Essas manchas consistem em depósitos anormais de sais de cálcio pelo epitélio cuticular infectado. Contudo, nos viveiros onde ocorrem tais alterações, a taxa de mortalidade geralmente é bem alta, podendo chegar até 100% durante poucos dias (OIE, 2012; COSTA et al., 2012).

Os dados da ABCC (2015) mostraram que, atualmente, não há tratamentos disponíveis para prevenir os surtos do vírus da mancha branca, que tem capacidade de matar todos os camarões existentes em um viveiro com cerca de 10 dias de infecção. Para Romano (2017), a acumulação contínua de sedimentos e a subsequente deterioração da qualidade da água são condições comuns nos sistemas tradicionais de viveiros, que contribui para o desenvolvimento e crescimento de muitos patógenos, incluindo os vírus da mancha branca. Uma alternativa para manter a qualidade de água seria promover o crescimento de microalgas ou adotar a tecnologia de bioflocos, que consiste na introdução de carbono à água, levando à conversão de matéria orgânica potencialmente nociva e lodo em biomassa consumível.

De acordo com Moriarty (1999), o emprego de antibióticos tem um sucesso limitado na prevenção ou cura das doenças em animais aquáticos. Os antibióticos são frequentemente aplicados como tratamento profilático, até mesmo quando não há evidência de patógeno, o que possibilita a resistência das bactérias, aumentando a virulência desses patógenos. A utilização de probióticos tem se tornado uma prática mais viável dentro dos empreendimentos de carcinicultura, com a finalidade de reduzir os impactos provocados pelos antibióticos. Costa et al. (2015) frisaram que, para minimizar os riscos de surtos do vírus da mancha branca, é preciso adotar medidas de biossegurança, entre elas: uso de camarões livres de patógenos específicos, exclusão do vírus de laboratórios e fazendas, tratamento da água antes do cultivo, troca zero de água e eliminação de vetores. Para reduzir os impactos gerados pelos cultivos de camarão, Gesteira e Paiva (2003) destacaram: a redução das trocas de água, podendo chegar a zero; uso de bio-filtros nos canais de drenagem; e uso de bacias de sedimentação.

Nator et al. (2011) citaram que dentre as 50 nações que atuaram na produção de camarões em 2006, o Brasil deteve a sétima posição, com uma produção de aproximadamente 65 mil toneladas, exportando para diversos países, incluindo a França, Japão, Portugal, Estados Unidos, entre outros. Em relação à produção e às espécies de crustáceos mais capturadas no Brasil,



destacaram-se, em 2011, o camarão-sete-barbas e o camarão-rosa, com 15.417,8 t e 10.331,2 t, respectivamente, sendo responsável juntas por 45% do total da produção de crustáceos marinhos no país. Ainda para 2011, o camarão-branco foi outra espécie com elevado valor comercial, correspondendo a 4.115,7 t (MPA, 2013). Diante disso, verificou-se que, em 2011, a produção pesqueira marinha de crustáceos foi igual a 57.344,8 t, representando um incremento de 1% quando comparado ao ano 2010.

Entre 2010 e 2011, a aquicultura marinha apresentou um decréscimo de 4,3% na sua participação na produção aquícola total do Brasil. Nesse período a produção permaneceu praticamente estável, com uma queda de apenas 1,2% (844,3 t). Contudo, entre os anos de 2010 e 2011, a malacocultura apresentou um crescimento significativo de 17,3%; já a carcinicultura teve uma queda de 5,4%, o que contribuiu para uma redução da produção total da maricultura brasileira (MPA 2013). Para Cavalcanti (2012), a carcinicultura é, sem dúvida, uma das atividades comerciais que mais crescem no Nordeste brasileiro.

Os dados do IBGE (2013) mostram que *L. vannamei* é a espécie de camarão marinho mais produzida no Brasil, sendo que sua produção é geralmente realizada em áreas estuarinas. Historicamente, os estados com a maior produção de camarões em cativeiro do Brasil são Ceará e Rio Grande do Norte. Em 2013, os dois estados juntos foram responsáveis por cerca de 78,7% da produção brasileira. Dentre os municípios que se destacaram por ocuparem as oito primeiras posições da despesa de camarão, seis são pertencentes ao Estado do Ceará (Aracati, Acaraú, Beberibe, Jaguaruana, Camocim e Fortim) e dois ao Rio Grande do Norte (Mossoró e Canguaretama). Já em relação à produção de larvas e pós-larvas de camarão, o Rio Grande do Norte destacou-se com 79,6% da produção nacional.

Os dados do IBGE apontam que, em 2013 (Tabela 3.2) a produção de camarão concentrou-se na Região Nordeste, com 99,33%, sendo o Ceará e Rio Grande do Norte os maiores produtores nacionais. No Brasil, ocorreu um aumento na produção total de camarão em 2015 (69.859,745 kg) se comparado à produção registrada para 2013 (64.678,038 kg). Para esse mesmo período, a região Nordeste apresentou uma redução de 0,06%, mas continuou na liderança no segmento da carcinicultura. As demais regiões brasileiras também apresentaram um pequeno aumento e somente a região Sudeste apareceu com uma redução de 0,01% (IBGE, 2015).

Tabela 3.2 - Produção de camarão (quilograma) nas regiões brasileiras, entre os anos de 2013 e 2017.

<b>Ano</b> <b>Região</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Norte</b>	40.000	42.000	67.000	60.000	50.000
<b>Nordeste</b>	64.278.748	64.591.928	70.046.579	51.726.748	40.486.746
<b>Sudeste</b>	57.790	87.966	55.166	23.861	2.5725
<b>Sul</b>	301.500	305.660	352.500	308.100	404.000
<b>Centro-Oeste</b>	-	-	-	-	300

Fonte: IBGE (2018).

Segundo Thaim et al. (2014), o Nordeste possui 92% do total de produtores, com destaque para o Rio Grande do Norte e Ceará, que detêm, respectivamente, 360 e 325 empreendimentos, as maiores quantidades estaduais da região. Para o ano de 2017, notou-se uma redução considerável na produção de camarão para o Nordeste, pois foram produzidos apenas 40.486,746kg, também se verificou uma diminuição para o Sudeste passando de 55.166kg (2015) para 25.725kg (2017). No Norte notou-se um decréscimo nos anos 2015 e 2017, correspondendo respectivamente a 67.000 kg e 50.000kg. Para o Sul ocorreu um aumento significativo passando de 352.500 para 404.000kg. A região Centro-oeste não apresentou registro de produção de camarão até 2016, contudo em 2017 foi produzido 300 kg (IBGE, 2018).

No ano de 2013 (Tabela 3.3) observou-se uma maior produção de camarão para os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, correspondendo respectivamente a 33.949.805 kg e 16.983.138 kg, a Alagoas não teve registro de produção para o referido ano. Em 2014, a liderança continuou com o Ceará, que registrou uma produção de 35.391.979 kg, seguido de Rio Grande do Norte, com 18.295.251 kg. Juntos, os dois estados representaram 82,6% da produção brasileira. O município de Aracati, localizado no Ceará, permaneceu como destaque em 2014, com produção de 8,82 mil toneladas de camarão. Nas oito primeiras posições encontram-se seis municípios do Ceará, e dois do Rio Grande do Norte. Na produção de larva e pós-larva de camarão, o destaque continuou sendo Rio Grande do Norte, com 72,1% do total produzido para o Brasil em 2014 (IBGE, 2014; 2018).

Tabela 3.3 - Produção de camarão (quilograma) nos estados da região Nordeste do Brasil, nos anos de 2013 a 2017.

<b>Ano</b> <b>Estado</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Maranhão</b>	50.000	55.000	84.655	133.523	174.790
<b>Piauí</b>	3.700.974	3.665.613	3.572.253	3.140.000	2.722.964
<b>Ceará</b>	33.949.805	35.391.979	40.717.779	25.431.280	11.857.417
<b>Rio Grande do Norte</b>	16.983.138	18.295.251	17.829.519	14.656.104	15.434.477
<b>Paraíba</b>	864.000	933.000	937.900	893.512	2.598.580
<b>Pernambuco</b>	3.241.400	958.600	1.606.200	2.245.550	2.198.648
<b>Alagoas</b>	-	260.000	260.000	156.652	627.400
<b>Sergipe</b>	2.481.140	2.247.550	2.232.133	2.322.227	2.785.727
<b>Bahia</b>	3.008.291	2.784.935	2.806.140	2.747.900	2.086.743

Fonte: IBGE (2018).

Em 2017, a produção de camarão no Brasil foi de 41,0 mil toneladas, representando uma queda de 21,4% em relação a 2016. No Nordeste, averiguou-se que, em 2015 e 2016 o Ceará continuou na liderança da produção de camarão, seguida do Rio Grande Norte, e a menor produção foi registrada para o Maranhão. A Região Nordeste em 2017, foi responsável por quase toda a produção brasileira, com 98,8% do total nacional, ainda para esse período, o Rio Grande do Norte ocupou a primeira posição (15.434.47 kg) após a produção do Ceará cair (11.857.417kg), já o Maranhão continuou sendo o estado que produziu menos camarão dentro do Nordeste brasileiro (IBGE, 2018). A carcinicultura do Rio Grande do Norte e do Ceará vem sendo afetada por uma doença altamente prejudicial aos camarões, provocada pelo vírus da síndrome da mancha branca, cujo manejo envolve medidas que reduzem a produtividade e o retorno econômico da carcinicultura. Mesmo com a queda na produção de camarão em 2017, o município Aracati (Ceará) permaneceu na liderança como maior produção, seguido do município de Canguaretama (Rio Grande do Norte) (IBGE, 2017).

### 3.4. CONCLUSÕES

Por meio desse estudo foi possível fazer um levantamento dos principais impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha para a região Nordeste, assim como compreender a sua relevância social e econômica, inclusive para as comunidades costeiras que dependem diretamente do extrativismo dos recursos pesqueiros para sua subsistência. Nos últimos anos, o manguezal vem sendo muito devastado e isso ocorre devido à ação antrópica, interligada à instalação e operação de empreendimentos relacionados aos segmentos da aquicultura,

como a carcinicultura, que tem sido responsável por grande parte da destruição das áreas de manguezal.

Apesar do grande potencial apresentado pelo Nordeste na produção de camarão, com destaque para Ceará e o Rio Grande do Norte, ainda é preciso que muito seja feito para que essa prática se torne uma produção mais sustentável ambientalmente e com maior biossegurança. Para isso é necessário adotar alternativas, como a utilização de probióticos para reduzir os impactos provocados pelas enfermidades nos viveiros, promover o crescimento de microalgas ou adotar a tecnologia de bioflocos, com intuito de minimizar consideravelmente a troca de água nos viveiros, bem como a utilização de manejo adequado, principalmente em relação ao arraçamento dos camarões. Tudo isso aliado a uma fiscalização mais intensa pode colaborar para conter o desequilíbrio ecológico, a contaminação ambiental e surtos de doenças nas áreas de cultivo.

O cultivo de ostras é outro ramo da aquicultura que vem crescendo no Brasil, se comparada à piscicultura e à carcinicultura, o cultivo de ostras pode ser considerado pouco prejudicial ao ambiente, por não utilizar alimento artificial no manejo da produção devido ao hábito alimentar filtrador das ostras. Porém, na região Nordeste, essa atividade ainda é pouco expressiva, necessitando de implantação de programas e políticas públicas que visem o desenvolvimento da ostreicultura, sobretudo para as comunidades costeiras que, em geral, tem o extrativismo de ostras como principal fonte de alimento e renda.

Na produção de ostras, entre 2013 e 2017, o Nordeste ficou na terceira posição, sendo registrado uma redução em 2017. Em relação aos estados nordestinos, entre 2013 e 2016, a Bahia liderou a produção de ostras, porém em 2017 Alagoas passou a ocupar a primeira posição na produção. Sergipe apareceu na produção em 2015, e mesmo com um aumento registrado em 2017, ele continuou ocupando a última posição. No tocante a produção de camarão no nordeste brasileiro, em 2015 e 2016 o Ceará foi o maior produtor, seguido do Rio Grande do Norte. Em 2017, o Nordeste foi responsável por 98,8% da produção brasileira, e o Rio Grande do Norte passou a ocupar a primeira posição. Contudo, verificou-se redução na produção de camarão em 2017 se comparado aos anos anteriores, podendo estar relacionado a presença do vírus da síndrome da mancha branca, que provoca redução na produção e no retorno econômico dessa atividade (IBGE, 2018).

A ostreicultura e carcinicultura têm gerado emprego e desempenhado significativo papel na economia do país. Porém, o uso sustentável de recursos naturais, em consonância com a legislação ambiental, inclusive quando se trata do uso comum por parte das comunidades tradicionais, como é

o caso da ostreicultura comunitária, pode constituir-se em uma alternativa para minimizar a pressão exercida por atividades intensivas, como a carcinicultura. As ostras também podem ser utilizadas para reduzir os impactos provocados pela carcinicultura, sendo utilizadas como biofiltro no tratamento de efluentes de viveiros. Além disso, necessita-se adotar um planejamento ambiental que respeite o código de boas práticas previsto para essas atividades, associado a cursos de capacitação, desenvolvimento tecnológico, agregação de valor ao produto, redução de atravessadores, gestão participativa e a criação de políticas públicas. Todas essas medidas são imprescindíveis para o aprimoramento dos sistemas de cultivo em aquicultura, inclusive na produção de ostra e camarão, com a finalidade de torná-los menos impactantes e mais rentáveis.

Nos últimos anos, o ecossistema manguezal tem passado por transformações devido à ação antropogênica, e em Sergipe, especialmente no Vaza-Barris, isso não é diferente. Por essa razão, fez-se necessário identificar, no próximo capítulo, escrito em forma de artigo e publicado na **Revista Rede** em 2017, os principais impactos provocados pela carcinicultura marinha no manguezal do Vaza-Barris, município de São Cristóvão, bem como entender o arcabouço legal relacionado ao processo de licenciamento dessa atividade, e como os indicadores de sustentabilidade podem auxiliar para reduzir os impactos ambientais ocasionados pela carcinicultura na área de estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora; em especial ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS), pelo auxílio e apoio da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, O. O.; Solomon, O. O. Ecological Consequences of Oysters Culture. **Journal of Fisheries & Livestock Production**, v.4, n.4, p.1-6, 2016.
- ALMEIDA, I. C. S.; GÁLVEZ, A. O. Delimitação de parques aquícolas para o cultivo de ostra *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.2, p.161-167, 2007.
- AMARAL, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidea) do Atlântico Oeste**. Dissertação (Mestrado em Biociências), Programa de Pós-Graduação em Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- ARARIPE, H. G. A., LOPES, J. B.; BASTOS, M. E. G. Aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na APA do delta do Parnaíba. **Ambiente & Sociedade**, n.9, v.2, p.143-173, 2006.
- ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica - Revista Científica da FASETE**, v.5, n.5, p.90-98, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). 2011. **História da carcinicultura no Brasil**. Disponível em: <http://abccam.com.br/site/historia-da-carcinicultura-no-brasil/>. Acessado em: 15 de ago. de 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). 2015. O cultivo de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), do Pacífico: Quebra de paradigmas, desafios e oportunidades para o fortalecimento do setor pesqueiro e da economia primária do Brasil. **Revista da ABCC**, ano XVII, n.1, 2015. Disponível em: < <http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2015/06/Revista-ABCC-edi%C3%A7%C3%A3o-Junho-de-2015.pdf>>. Acessado em: 12 de set. de 2017.
- AZEVEDO, V. C. S. **Carcinicultura: parâmetros integrativos como instrumentos de prevenção de impactos**. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo), programa de Pós-Graduação em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Universidade Federal da Bahia, Bahia, p.160, 2005.
- BARBIERI, E.; MARQUEZ, H. L. A.; CAMPOLIM, M. B.; SALVARANI, P. I. Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada/ Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.14, n.3, p.385-398, 2014.
- BARNABÉ, G. **Bases Biológicas e Ecológicas de la acuicultura**. 1. ed. Espanha: Acriba S. A. 1996.
- BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.4, n.2, p.50-58, 2016.
- BRASIL. **Ministério da Integração Nacional**. Nova delimitação do Semiárido brasileiro. Brasília, DF, 2005, 32 p.

CALLIER, M. D., MCKINDSEY, C. W.; DEROSIERS, G. Evaluation of indicators used to detect mussel farm influence on the benthos: Two case studies in the Magdalen Islands, Eastern Canada. **Aquaculture**, v.278, n.4, p.77-88, 2008.

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A Carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. **Revista da Fapese**, v.3, n.1, p.87-112, 2007.

CAVALCANTI, L. E. Aspectos geoambientais da carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus desdobramentos legais: a implementação da licença ambiental em defesa do meio ambiente. **Especial Eletrônica**, n.10, p.71-88, 2012.

CERQUEIRA, W., FRANCISCO, P. **Geografia humana do Brasil**. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/geografia-humana-brasil.htm>. Acessado em 25 de set. de 2017.

COSTA, S. W. Aquicultura no Estado de Santa Catarina: situação atual e perspectivas. **Revista da ABCC**, n.12, p.49-50, 2010.

COSTA, S. W., VICENTE, L. R. M., SOUZA, J. G., ZAMPARETTE, A. S.; PADILHA, P. J. Viabilidade do cultivo biosseguro de camarões em Santa Catarina com controle da mancha-branca. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.28, n.2, p.41-44, 2015.

COSTA, S. W.; FRAGA, A. P. M.; ZAMPARETTI, A. S.; MARQUES, M. R. F.; ANDREATTA, E. R. Presença do vírus da síndrome da mancha branca em crustáceos decápodes silvestres em lagoas costeiras no Sul do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, n.64, v.1, p.209-216, 2012.

CRUZ, M. C. S.; COSTA, F. S. F.; FERREIRA, R. C., NASCIMENTO, R. L.; PINTO, T. K. O. Avaliação do impacto de um cultivo de ostras sobre o ambiente bentônico. **Boletim Instituto de Pesca**, v.41, n.2, p. 207-218, 2015.

DIAS, H. M.; SOARES, M. L. G.; NEFFA, E. Conflitos socioambientais: o caso da carcinicultura no complexo estuarino caravelas – Nova Viçosa/Bahia-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.15, n.1, p.111-130, 2012.

DUTRA, F. M.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Perfil aquícola de pequenas propriedades fronteiriça do sudoeste do Paraná/Brasil. **Revista Eletrônica de Extensão. Florianópolis**, v.11, n.17, p.180-189, 2014.

EUMOFA, European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products. **Monthly highlights**, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.eumofa.eu/documents/20178/96604/Monthly+Highlights++No.+2-2017.pdf/fb06acf1-3633-4def-a021-1a27174886bb>. Acessado em: 10 de ago. de 2017.

FAO, Estatísticas da Produção Mundial de Pescado. 2006. **FISHSTAT, Roma**, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture. **Contributing to food security and nutrition for all**. Rome. 200 pp, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **An Overview of Recently Published Global Aquaculture Statistics**, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-bs235e.pdf>>. Acessado em: 05 de set. de 2017.

FERREIRA, D. M.; MELO, V. M.; COSTA NETO, L. X. Influência da carcinicultura sobre a salinização do solo em áreas do município de Guamaré/RN. **Holos**, v.24, n.2, 72-80, 2008.

FIGUEIREDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; GOMES, R. B.; FREITAS, M. R.; PAULINO, W. D.; MORAIS, L. F. S. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Revista Engenharia Sanitária Ambiente**, n.10, n.2, p.167-174, 2005.

FONSECA, S. B.; MENDES, P. P.; ALBERTIM, C. J. L.; BITTENCOURT, C. F.; SILVA, J. H. V. Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1352-1358, 2009.

FREITAS, R. R.; COSTA, K. G.; SILVESTRI, F. Maricultura e Meio Ambiente: tecnologias, impactos e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.3, p.107-113, 2009.

GALVÃO, S. N.; PEREIRA, O. M.; HILSDORF, W. S. Molecular identification and distribution of mangrove oysters (*Crassostrea*) in an estuarine ecosystem in Southeast Brazil: implications for aquaculture and fisheries management. **Aquaculture Research**, 1-13p, 2012.

GARCIA, C. A. B.; SANTOS, G. P.; GARCIA, H. L. Qualidade da água na carcinicultura na grande Aracaju Sergipe. **XIV Safety, Health and Environment World Congress**. July 20 - 23, Cubatão, Brasil, 2014.

GESTEIRA, T. C. V.; PAIVA, M. P. Impactos ambientais dos cultivos de camarões marinhos no nordeste do Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.36, n.1, p.23-28, 2003.

GOMES, R. S.; ARAÚJO, R. C. P.; DANTAS, N. M. P. Contribuição da ostreicultura para a formação da renda familiar: estudo de caso do projeto de ostreicultura comunitária da fundação Alphaville, EUSÉBIO – Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.42, n.1, p. 72-84, 2009.

HERBERT, R. J. H.; HUMPHREYS, J.; DAVIES, C. J.; ROBERTS, C.; FLETCHER, S.; CROWE, T. P. Ecological impacts of non-native Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) and management measures for protected areas in Europe. **Biodiversidade e Conservação**, n.25, p.2835-2865, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário. 2006**. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)>. Acessado em: 15 de ago. de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2014. **Produção da pecuária municipal**. v. 42. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2014\\_v42\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf)>. Acessado em: 07 de set. de 2017.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário. 2006.** Brasil, grandes regiões e unidades da federação.<  
<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>> . Acessado em: 27 de out. de 2018.

IGARASHI, M. A. Potencial do cultivo das ostras do mangue. **PUBVET**, Londrina, v.3, n.1, p.1-11, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: 2011. Disponível em:<  
<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acessado em: 14 de set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. **Produção da Pecuária Municipal**, v.41, 180 p. 2013. Disponível em: <  
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2013/2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/2013.pdf)>.  
Acessado em: 24 de ago. de 2017.

JERONIMO, C. E.; BALBINO, C. Caracterização físico-química de efluentes da carcinicultura e seus Impactos ao meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.8, n.8, p.1639-1650, 2012.

KIRCHNER, R. M.; CHAVES, M. A.; SILINSKE, J.; ESSI, L.; SCHERER, M. E.; DURIGON, E. G. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. **Revista Agro@mbiente**, v.10, n.2, p.168-177, 2016.

LAVANDER, H. D.; CARDOSO, J. L. O.; SILVA, L. O. B.; GÁLVEZ, A. O. Estudo de viabilidade econômica para ostrasicultura familiar em Pernambuco, Brasil. **Custos e Agronegócio**, v.9, n.2, p.173-187, 2013.

LIMA, J. S. G.; SILVA, C. A. Carcinicultura Marinha Familiar no Estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe: Implicações para uma Produção Sustentável. – Brasília, DF: **Embrapa**, 2014, 75 p.

MESQUITA, E. A.; FROTA, P. V.; SOARES, V. L. Carcinicultura no litoral do Ceará: análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi-CE. **Revista Geonorte, Edição Especial**, v.1, n.4, p.540-551, 2012.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **Boletim Estatístico de Pesca e Aquicultura**. MPA, Brasília, 2011, 60p.

MITRO, S.; KHATUN, R.; BATEN, M. A. Socio-Economic and Environmental Impacts of Shrimp Culture in Some Selected Areas of Bagerhat District. **Journal of Environmental Science & Natural Resources**, v.7, n.1, p.265-269, 2014.

MODESTO, G. A.; MAIA, E. P.; OLIVERA, A.; BRITO, L. O. Utilização de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) no tratamento dos efluentes do cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.5, n.3, p.367-375, 2010.

MORIARTY, D. J. W. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. In: INTERNATIONAL Symposium ON Microbial Ecology, 8, Canada. **Anais...** Halifax, Canada: Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, p. 237-243, 1999.

MUHLERT, A. C. S.; LIMA, J. S. G.; MACHADO, L.; EVANGELISTA, R. A. Indicadores numéricos como ferramenta para avaliação da sustentabilidade ecológica da carcinicultura marinha em Sergipe. **Interciencia**, v.38, n.8, p.615-620, 2013.

NASCIMENTO, G. C. C.; CÓRDULA, E. B. L.; BENÍCIO, D. A.; OLIVEIRA, P. A.; SILVA, M. C. B. C. Recursos Pesqueiros no Brasil: Apropriação Tecnológica para o desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.3, p.735-743, 2015.

NASCIMENTO, V. D.; MELLO, F. A.; SILVA, R. C. R. Carcinicultura brasileira: Impactos e ações mitigadoras. **Colloquium Agrariae**, v.12, n.2, p.58-61, 2016.

NATORI, M. M.; SUSSEL, F. R.; SANTOS, E. C. B.; PREVIERO, T. C.; VIEGAS, E. M. M.; GAMEIRO, A. H. Desenvolvimento da carcinicultura marinha no Brasil e no mundo: avanços tecnológicos e desafios. **Informações Econômicas**, SP, v.41, n.2, p.61-73, 2011.

NEGREIROS, L. M. S.; SANTOS, D. B. Doenças microbianas na carcinicultura brasileira: uma revisão. *Carpe Diem*: **Revista Cultural e Científica do UNIFACEX**. v.13, n.1, p.1-18, 2015.

OLIVEIRA, J.; MELO E SOUZA, R.; SOBRAL, S. I. A carcinicultura marinha e seus impactos no manguezal do Vaza-Barris em São Cristóvão/SE. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v.11, n.1, p.30-45, 2017.

OLIVEIRA, D. V.; SOUZA, S. P. Avaliação dos impactos gerados pela carcinicultura. **Revista Ambiental**, v.1, n.2, p.66-75, 2015.

OLIVEIRA, G. D.; MATOS, K. M. C. Impactos ambientais provocados pela indústria de camarão no município de Nísia Floresta- RN. **Revista Gerenciais**, São Paulo, v.6, n.2, p.183-188, 2007.

OLIVEIRA, K. F.; AZEVEDO, R. V.; PEREIRA, M. C.; SANTOS, M. J. M.; CARVALHO, J. S. O; BRAGA, L. G. T. Uso da ostra *Crassostrea rhizophorae* como filtro biológico para tratamento de efluentes da carcinicultura. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.35, n.4, p.2789-2798, 2014.

OLIVEIRA, A.; CAMPOS, S. S.; BRITO, L. O.; CASTRO, M. F.; FARIAS, M. E.; FRANÇA, E. Oyster culture in the state of Pernambuco-Brazil: Perspectives and Barriers. **World Aquaculture**, v.37, n.1, p.13-15, 2006.

OLIVEIRA, G. I. **Criação de ostras e mexilhões no distrito de Santo Antônio de Lisboa - município de Florianópolis - SC- Brasil**. Monografia do Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005, 57p.

PEREIRA, O. M.; MACHADO, I. C.; HENRIQUES, M. B.; YAMANAKA, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliensis* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarina-lagunar de Cananéia-SP (25°S, 48°W). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, n.1, p.85-95, 2001.

PEREIRA, L. A.; ROCHA, R. M. A maricultura e as bases econômicas, social e ambiental que determinam seu desenvolvimento e sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.18, n.3, p.41-54, 2015.

POLI, C. R. **Aquicultura**: experiências brasileiras. Florianópolis: UFSC, 2004.

POLI, C. R. **Análise dos produtores de molusco em Santa Catarina** – UFSC. Convênio University of Victoria/Canada. 1993, 29p.

PROENÇA, L. A. O. Clorofila a do fitoplâncton em seis enseadas utilizadas para o cultivo de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina. **Notas Técnicas da Facimar**, 6:33-44, 2002.

RIBEIRO, L. F.; SOUZA M. M.; BARROS, F.; HATJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.14, n.3, p.365-383, 2014.

RODRIGUES, J.; BORBA, M. Carcinicultura brasileira: estatísticas e revelações. **Abcc News**, p. 40-42, 2013. Disponível em: < [http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2013/12/Carcinicultura-Brasileira\\_-Estat%C3%ADsticas-e-Revela%C3%A7%C3%B5es-ABRIL-2013.pdf](http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2013/12/Carcinicultura-Brasileira_-Estat%C3%ADsticas-e-Revela%C3%A7%C3%B5es-ABRIL-2013.pdf)>. Acessado em: 23 de ago. de 2017.

ROMANO, N. Aquamimicry: um conceito revolucionário para o cultivo de camarão. **Revista ABCC**, nº 1, p.26-29, 2017. Disponível em: < <http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2017/06/REVISTA-ABCC-EDI%C3%87%C3%83O-JUNHO-2017.pdf>>. Acessado em: 12 de set. de 2017.

SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; WASIELESKY JÚNIOR. W. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinicultura marinha. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.39, p.102-111, 2010.

SANTOS, L. R.; SANTOS, J. C. A exploração do meio ambiente e o crescimento populacional: desenvolvimento sustentável como alternativa. Nativa. **Revista de Ciências Sociais do Norte de Mato Grosso**, v.1, n.1, p.1-7, 2013.

SAHA, S. K. Socio-economic and environmental impacts of shrimp farming in the south-western coastal region of Bangladesh. **International Journal of Research on Land-use Sustainability**, n.3, p.128-137, 2017.

SANTOS, N. M. V.; SOUSA, NETO. A. P.; CUNHA, F. E. A.; FERNANDES, C. A. F. A produção extrativista da ostra *Crassostrea* spp. na região do delta do rio Parnaíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, n.1, p.01-11, 2016.

SANTOS, S. S.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; BARRETO, L. M. Cadeia produtiva de ostras no Baixo Sul da Bahia: um olhar socioeconômico, de saúde pública, ambiental e produtivo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.5, n.1, p.10-21, 2017.

SERAFIM JUNIOR. M.; TORRES, J. V.; SOUZA, E. R.; TEIXEIRA, J. A.; MENDES, I. B. Produção e comercialização da ostra nativa, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em uma unidade de cultivo na comunidade de graciosa, Taperoá-BA, Brasil, 2012. Disponível em: < <https://gestaoecossistemas.files.wordpress.com/2012/11/1-iii-2-producao-e-comercializacao-da-ostra-nativa-crassostrea-rhizophorae-guilding-1828-em-uma-unidade-de-cultivo-na-comunidade-de-graciosa-taperoa-ba-brasil.pdf>>. Acessado em: 03 de set. de 2017.

SILVA, A. C. C. D.; FRAGA, R. T.; PATIRI, V. J. A.; CARDOSO, T. M.; BEZERRA, J. C.; OLIVEIRA, F. L. C. Ostricultura comunitária de Ponta dos Mangues/SE – implantação de alternativas econômicas sustentáveis. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 2., 2000. Salvador. **Resumos...**, [S.l.:s.n.], p.133-135, 2000.

SILVA, J. L. M.; SAMPAIO, L. M. B. Eficiência, gestão e meio ambiente na carcinicultura do Rio Grande do Norte. **RESR**, Piracicaba, SP, v.47, n.4, p.883-902, 2009.

SILVESTRE, L. C.; FARIAS, D. L. S.; LOURENÇO, J. D. S.; BARROS, S. C. A.; BRAGA, N. M. P. Diagnóstico dos impactos ambientais advindo de atividades antrópicas na APA da barra do rio Mamanguape. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.7, n.12, p.1-11, 2011.

TAHIM, E. F. E.; JUNIOR, I. F. A. A Carcinicultura do Nordeste Brasileiro e sua Inserção em Cadeias Globais de Produção: foco nos APLs do Ceará. **RESR**, Piracicaba-SP, v.52, n.3, p.567-586, 2014.

TANCREDOA, K. R.; NOBREGAB, R. O.; DIASC, T.; LAPAD, K. R. Impactos Ambientais da Carcinicultura Brasileira. 3rd International Workshop | **Advances in Cleaner Production**. São Paulo, Brazil, 1-7 p, 2011.

VALIELA, I.; BOWEN, J. L.; YORK, J. K. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. **Bioscience**, v.51, n.10, p.807-815, 2001.

VINATEA, L. A. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável**. Florianópolis: Editora da UFSC. 1999, 310 p.

WANDERLEY, L. L.; MAGALHÃES, M. J. M. Mapeamento digital da aptidão da carcinicultura no litoral sul de Sergipe com uso de fotografias aéreas e imagens de satélite. **Anais - I I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE**, 2004.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (OIE). OIE-Listed diseases, infections and infestations in force, 2014a. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrrpe.br:8080/tede/handle/tede2/6330>>. Acessado em: 07 de ago. 2017.

## **CAPÍTULO 4**

### **A CARCINICULTURA MARINHA E SEUS IMPACTOS NO MANGUEZAL DO VAZA-BARRIS EM SÃO CRISTÓVÃO/SE**

#### 4. A CARCINICULTURA MARINHA E SEUS IMPACTOS NO MANGUEZAL DO VAZA-BARRIS EM SÃO CRISTÓVÃO/SE<sup>3</sup>

*Marine shrimp farming and its impacts in Vaza-Barris mangrove, São Cristóvão/SE*

**Josevânia de Oliveira**

**Rosemeri Melo e Souza**

**Ivana Souza Sobral**

**Resumo:** Atualmente, são escassos os estudos que abordam os impactos ambientais provocados pela carcinicultura marinha nos manguezais sergipanos. O presente estudo objetivou identificar e caracterizar os impactos ambientais mais relevantes relacionados à carcinicultura marinha no estuário do Rio Vaza-Barris em São Cristóvão, Sergipe relacionando-os com o processo de licenciamento dessa atividade, e propor indicadores de sustentabilidade que poderão auxiliar na redução dos impactos ambientais. Para tal fim, foi realizado levantamento bibliográfico, análise das licenças expedidas para essa atividade em Sergipe, e a elaboração de indicadores PEIR. Dentre os principais impactos provocados pela carcinicultura na área estudada, nota-se a retirada da vegetação nativa, o manejo inadequado, descarte impróprio dos efluentes, introdução de espécies exóticas e disseminação de doenças. Diante disso, surge a necessidade de regularização dos empreendimentos e conscientização dos carcinicultores para que essa atividade ocorra de forma sustentável e em consonância com os instrumentos legais.

**Palavras-chaves:** Ecossistema de manguezal; Entraves ambientais; Indicadores.

**Abstract:** Currently, few studies address the environmental impacts caused by marine shrimp farming in Sergipe's mangroves. This study aims to identify and characterize the most relevant environmental impacts related to marine shrimp farming in the estuary of Vaza-Barris River, São Cristóvão/SE, and relate them to the licensing process of this activity. In addition, we propose some sustainability indicators that may help reduce the environmental impacts observed. To this end, we examine the literature and the licenses issued for this activity in Sergipe, and construct PSIR indicators. Among the main impacts caused by shrimp farming in the area, we note the removal of native vegetation, mishandling, improper disposal of wastewater, introduction of foreign species and the spread of disease. In order to handle this activity in a sustainable manner and in accordance with the legal instruments, it is crucial to regularize and provide proper information to shrimp farmers.

**Keywords:** Mangrove ecosystem; Environmental barriers; Indicators.

##### 4.1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade que tem contribuído para o acréscimo significativo na produção de alimento para a espécie humana. Entende-se por aquicultura o processo de criação de organismos aquáticos (peixes, moluscos, crustáceos, entre outros) (FAO, 1997). <sup>4</sup>Dentre os ramos

---

<sup>3</sup>Artigo publicado na REDE: **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, Brasil, v. 11, n. 1, p. 30-45, 2017.

dessa atividade, a carcinicultura marinha destaca-se, devido à demanda mundial e ao declínio dos estoques pesqueiros naturais. No Brasil desde a década de 70, a criação de camarão em cativeiro converteu-se em uma atividade econômica significativa (OLIVEIRA, 2011; JERONIMO; BALBINO, 2012). Dentre os principais países produtores de camarão cultivado, destacam-se como representantes asiáticos a China, Tailândia e Vietnã, e, das Américas, o Equador, México e Brasil (PAIVA-ROCHA; MAIA-ROCHA, 2016).

Segundo Freitas et al. (2008), o Brasil possui características adequadas para o desenvolvimento da carcinicultura, entre essas, o clima favorável e o domínio de tecnologias de produção, o que justifica sua posição como terceiro maior produtor de camarões das Américas. Na região Nordeste, a carcinicultura cresce em ritmo acelerado, o que contribui para o desenvolvimento socioeconômico. A região é responsável por aproximadamente 90% da produção de camarões do Brasil (CAVALCANTI, 2012; FILHO et al., 2016). De acordo com Associação Brasileira de Criadores de Camarão (2002):

*As condições naturais do litoral do Nordeste se apresentam de tal maneira favorável ao desenvolvimento do camarão cultivado, que é perfeitamente viável utilizar os 365 dias do ano para o cultivo permitindo realizar três ciclos anuais de produção. Esse indicador põe em evidência as vantagens comparativas da região em relação aos países produtores da Ásia, onde são aproveitados 240 dias, ou apenas dois ciclos anuais de produção (ABCC, 2010, p17).*

Dentre os ecossistemas presentes nas zonas costeiras, o manguezal desempenha um importante papel, principalmente no que se refere à produção de matéria orgânica, chegando a produzir cerca de 30 toneladas de matéria orgânica seca por hectare anualmente, sendo superior à produtividade das áreas estuarinas e das florestas. Além disso, esse ambiente possui uma cadeia alimentar riquíssima, resultando numa combinação contínua dos elementos minerais em matéria orgânica, bem como apresenta uma fauna e flora bem diferenciada (RASP, 1999).

Apesar dos muitos benefícios dos manguezais, os mesmos têm sido alvo da pressão antrópica pelo uso desordenado dos seus recursos, em particular, a devastação para produção de sal, crustáceos, entre outros. Diante disso, nota-se que, nas últimas décadas, essas atividades têm provocado grande desequilíbrio à fauna marinha de toda costa litorânea brasileira, o que pode ser observado através da redução dos estoques naturais desse ecossistema (LIMA, 2010). No estudo realizado por Godoy (2015) no Ceará, identificou-se que o desmatamento para expansão urbana, agricultura e criação de fazendas de camarão foram os maiores responsáveis pela diminuição das áreas de manguezais nos estuários do referido estado.

O desenvolvimento da carcinicultura traz consigo impactos negativos, dentre esses, problemas sociais, econômicos e ambientais. Entre os impactos causados, destacam-se mudanças no fluxo das marés, retirada da vegetação natural, disseminação de doenças e contaminação das águas (CAVALCANTI, 2012). De acordo com Tancredo et al. (2011), outro problema sério está relacionado às águas dos cultivos, pois contêm alta concentração de material orgânico em suspensão e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, resultante dos restos de alimentos fornecidos aos camarões, e dos fertilizantes, que contribuem para a eutrofização das águas costeiras. Além disso, a escolha de áreas impróprias para a instalação dessa atividade, juntamente a um manejo inadequado, tem agravado o seu potencial poluidor (FREITAS et al., 2008).

Apesar do crescimento significativo da carcinicultura nos últimos anos, ainda são poucos os estudos que tratam dos entraves ambientais provocados pelas instalações irregulares e manejo inadequado dessa atividade. Em se tratando de Sergipe, as pesquisas referentes a esse tema tornam-se ainda mais escassas. Destaca-se o trabalho de Santos (2009), que se mostrou preocupada devido à falta de pesquisas relacionadas a essa problemática, pois estudos apontam o estado sergipano como detentor de condições favoráveis para o cultivo de camarão em cativeiro. Nota-se também que nas últimas décadas ocorreu um aumento considerável no número de empreendimento de carcinicultura, principalmente na área estuarina do Vaza-Barris.

O presente estudo tem por objetivo identificar os entraves ambientais mais relevantes da carcinicultura marinha no estuário do rio Vaza-Barris em São Cristóvão, Sergipe, relacionando-os aos processos de licenciamento dessa atividade. Também foram elaborados indicadores de sustentabilidade visando subsidiar a avaliação de impactos ambientais provocados pela carcinicultura na área estudada.

## **4.2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A carcinicultura, mesmo sendo recente no Brasil, vem se consolidando como uma das atividades econômicas promissoras na região Nordeste (AZEVEDO, 2005). Em 2003, essa região foi responsável por 95% da produção de camarão cultivado no Brasil. Contudo, a sua rápida expansão tem provocado grande preocupação, acarretando inúmeros debates referentes à sua sustentabilidade ambiental, bem como seus custos e benefícios. Na região Nordeste, existe o registro de trabalhos sobre a carcinicultura para quase todos os estados, mas o Ceará destaca-se por apresentar o maior número.

No Ceará, Figueiredo et al. (2005) realizaram análise de amostras de água de captação dos efluentes de viveiros de duas fazendas da bacia do Baixo Jaguaribe, e constatam que os parâmetros



pH, turbidez, nitrato, amônia total e condutividade elétrica estavam acima do limite permitido. Meireles et al. (2007) analisaram a importância dos manguezais na produção, consumo e distribuição de nutrientes para a zona costeira e os impactos ambientais causados pela aquicultura industrial do camarão em cativeiro no Ceará. Mesquita et al. (2012) estudaram o impacto ambiental das fazendas de camarão que estão localizadas no estuário do rio Pirangi no litoral leste do Ceará. Tahim e Junior (2014) fizeram uma análise da forma de inserção da carcinicultura no Nordeste, em particular dos Arranjos Produtivos Locais de cultivo de camarão no Ceará, em cadeias globais de produção e sua estrutura de governança. Além disso, destacaram o Ceará como maior produtor de camarão cultivado do Brasil.

Na Bahia, Dias et al. (2012) analisaram o conflito existente entre duas propostas de apropriação de território, uma relativa à produção de camarão marinho em cativeiro e outra referente à criação de uma unidade de conservação federal (Reserva Extrativista), bem como identificam os danos ambientais provenientes da atividade produtiva de carcinicultura, relacionando-os aos movimentos de resistência e de enfrentamento judicial da população do município de Caravelas. Passos (2010) avaliou os conflitos que envolvem a carcinicultura marinha, vinculados aos aspectos legais e práticos (visão do criador) na Bahia.

No Piauí, Araripe et al. (2006) estudaram os aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na APA do Delta do Parnaíba, considerando as condições de sustentabilidade dessa atividade e seus principais entraves. Na Paraíba, Silvestre et al. (2011) caracterizaram os principais impactos da prática da carcinicultura e recomendaram as possíveis medidas mitigatórias na Área de Proteção Ambiental na Barra do Rio Mamanguape. Oliveira e Souza (2015) também identificaram os impactos da carcinicultura e da implantação desta atividade e fizeram o levantamento quantitativo das fazendas que estão operando na Paraíba.

Em Pernambuco, Bento (2012) identificou aspectos etnoecológicos da carcinicultura no Parque dos Manguezais e Ilha de Deus (PMID), compreendendo o seu contexto histórico, suas condições de manejo e produção, incluindo a relação que os pescadores mantêm com o ambiente local e suas condições socioeconômicas, além de identificar conflitos socioambientais derivados da carcinicultura em Recife. No Rio Grande do Norte, Ferreira et al. (2008) estudaram a influência da carcinicultura sobre a salinização do solo em áreas do município de Guamaré, na microrregião de Macau. Jerônimo e Balbino (2012) realizaram a caracterização físico-química de efluentes da carcinicultura e seus impactos ao meio ambiente no Rio Grande do Norte, destacando os efluentes líquidos gerados na etapa de despesca como principal poluente.

Em Sergipe, a produção comercial do camarão marinho teve início em meados de 1998, e desde então tem apresentado crescimento acentuado (LIMA; SILVA, 2014). Wanderley e Magalhães (2004) fizeram o mapeamento da aptidão para a instalação de empreendimentos de carcinicultura no Litoral Sul de Sergipe, utilizando imagens de satélite e fotografias aéreas. Carvalho e Fontes (2007) realizaram estudo para caracterizar a carcinicultura no litoral sergipano a partir da análise dos aspectos ambientais e socioeconômicos desta atividade, bem como as práticas de manejo utilizadas.

Santos (2009) avaliou a qualidade da água na carcinicultura do município de Nossa Senhora do Socorro, em Aracaju, Sergipe, tendo em vista os parâmetros físico-químicos. Realizou ainda um diagnóstico ambiental do uso e cobertura dos manguezais da zona costeira do Rio São Francisco e constatou que o mesmo se encontra bastante vulnerável devido à incidência de tensores antrópicos, incluindo a carcinicultura. Santos (2010) realizou um estudo que aborda a relação sociedade-natureza e a caracterização territorial da carcinicultura no litoral sergipano.

Muhlert et al. (2013) utilizaram indicadores numéricos e comparam a sustentabilidade ecológica de viveiros de carcinicultura marinha localizados em ‘terras altas’ (licenciados) e ‘terras baixas’ (não licenciados, localizados em Áreas de Preservação Permanente) no estado de Sergipe. Garcia et al. (2014) avaliam a qualidade de água da carcinicultura na grande Aracaju (Sergipe), considerando os parâmetros físico-químicos de acordo com a legislação brasileira. Lima e Silva (2014) também realizaram um estudo sobre a carcinicultura em Sergipe, abordando aspectos sociais, econômicos e territoriais, em áreas de preservação permanente, bem como a sustentabilidade do manejo dessa atividade.

#### **4.2.1.A carcinicultura e seus impactos**

A carcinicultura é um ramo da aquicultura que está relacionada à criação de camarões em tanques produtores escavados, geralmente em ecossistemas estuarinos (MELLO, 2007). Em Sergipe, segundo Muhlert (2014), grande parte dos empreendimentos de carcinicultura presentes no Vaza-Barris estão localizados em Áreas de Preservação Permanente, o mesmo ocorre com os viveiros presentes na região Nordeste, como pode ser observado no capítulo anterior. De acordo com Nascimento (2007), a ampla produção de camarões em cativeiro trouxe consigo problemas que atualmente atingem grandes proporções nas áreas costeiras da região Nordeste, problemas esses que estão relacionados com conflito de ecocompatibilidade.

A espécie de camarão marinho cultivada no Brasil e nos viveiros do estuário do Vaza-Barris é *Litopenaeus vannamei*, pertencente à família Penaeidae. Essa espécie foi introduzida devido aos

seus atributos biológicos, que representam uma melhor capacidade de adaptação e produção (PEREIRA, 2010). Oriunda do Oceano Pacífico, se reproduz no mar migrando para as zonas costeiras, conhecida vulgarmente como camarão branco do pacífico, devido a sua rusticidade, tolerância às mudanças na concentração de salinidade, às oscilações de temperatura e às altas taxas de densidade em viveiro, além de apresentar uma boa conversão alimentar e aceitação a ração (COSTA et al., 2013).

Um dos grandes problemas relacionados à carcinicultura no estuário do Vaza-Barris (Sergipe) são os impactos provocados pela mesma quando desempenhada de forma irregular. Para Amorim (2009), a escolha de locais impróprios para a implantação dessa atividade, associada a um manejo inadequado, agrava seu potencial poluidor, já que o aporte excessivo de matéria orgânica em locais de baixa hidrodinâmica pode ultrapassar sua capacidade de mineralização, que tenderá a se acumular no sedimento e provocar uma consequente eutrofização do ambiente. Com base nos dados obtidos por Lima e Silva (2014), a carcinicultura praticada no estuário do Vaza-Barris, comprovam que os viveiros locais interagem de maneira variada com o ecossistema adjacente apresentando tanto interações positivas quanto negativas. Ainda segundo os autores, a interação negativa tem causado problemas ambientais devido principalmente, ao uso elevado das quantidades de insumos emitidos no estuário do Vaza-Barris, juntamente com outras atividades antrópicas locais.

Oliveira (2011) mencionou que a carcinicultura apresenta riscos relevantes para o meio ambiente. Com o crescimento dessa atividade sem a consideração do uso de práticas sustentáveis, pode-se levar à destruição da vegetação costeira, redução da qualidade da água, salinização dos solos, devastação de áreas de manguezal, bem como aumento da ocorrência de epidemias, o que consequentemente reduz a produtividade do cultivo de camarões. Segundo Pereira (2010), dados epidemiológicos referentes ao processo saúde-doença são relevantes e agregam registros de monitoramento ambiental, nutricional e zootécnico em qualquer atividade, inclusive na cadeia produtiva de camarões. Ressalta, ainda, que o monitoramento sanitário é fundamental na prevenção de doenças, sendo essencial para tomada de decisões de combate e erradicação de patógenos.

Para Tancredo et al. (2011), os efluentes provenientes de viveiros de camarões causam danos ecológicos aos estuários, como diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido, eutrofização, contaminação e alteração da biodiversidade aquática. Também leva ao aporte de matéria orgânica proveniente dos restos metabólicos e, especialmente, de ração dada aos camarões, o que pode contribuir para a redução da qualidade do sedimento, criando um ambiente desfavorável à sobrevivência dos organismos bentônicos (LORENZEN et al., 1987; JACKSON et al., 2004;

AMORIM, 2009). Para Muhlert (2014), uma forma de mitigar os impactos negativos provocados pela carcinicultura é reduzir a quantidade de ração utilizada pelos produtores no processo de arraçoamento dos camarões. Dessa forma, é possível diminuir os resíduos gerados por essas atividades. Segundo Lima e Silva (2014), o manejo utilizado nos empreendimentos de camarão marinho dos estuários sergipanos, inclusive no estuário do Vaza-Barris varia muito, em um mesmo viveiro pode apresentar diferentes práticas de manejo ao longo de um ano. Além disso, quanto maior o poder aquisitivo do produtor, maior a intensidade do cultivo e o impacto ambiental.

Muhlert (2014) citou algumas medidas que poderiam ser desenvolvidas para minimizar e conscientizar os carcinicultores de São Cristóvão, em relação aos danos ambientais provocados pela carcinicultura. Dentre essas, a realização de oficinas e assistência técnica com os produtores, com a finalidade de auxiliar na elevação da sustentabilidade nas dimensões social, econômica e ambiental, tendo em vista que os produtores poderão identificar suas debilidades e fortalezas. Essas medidas poderiam ser adotadas para a comunidade da Ilha Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda), como será visto no Capítulo cinco, os participantes da comunidade supracitada apontam a carcinicultura como uma das principais atividades antrópica que têm impactado os manguezais de Itaporanga D'Ajuda.

#### **4.2.2.A Carcinicultura e o Licenciamento ambiental**

Atualmente muitas soluções têm sido apresentadas para minimizar os impactos provocados pela carcinicultura no ecossistema de manguezal. Segundo Santos e Coelho (2002), é de suma importância o monitoramento pelo órgão ambiental responsável em relação à estrutura física dos viveiros, com a finalidade de prevenir a introdução acidental de espécies exóticas no ambiente. Outro ponto a ser considerado é a avaliação da sustentabilidade ambiental, sendo uma das questões de grande importância que devem ser imprescindíveis no processo de licenciamento da carcinicultura presente no estuário do Vaza-Barris, juntamente com os aspectos sociais e econômicos (LIMA; SILVA, 2014).

Para Passos (2010), o que eleva a carcinicultura à condição potencialmente poluidora é o cultivo e a exploração econômica de uma espécie exótica. Contudo, essa atividade é considerada de médio impacto ambiental de acordo com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981). Um dos principais entraves para a implementação da carcinicultura refere-se a aspectos legais vislumbrados na legislação ambiental brasileira, tendo em vista que muitos viveiros ainda estão irregulares.

Considerando as implicações ambientais advindas da carcinicultura, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) elaborou a Resolução CONAMA 312/2002 (BRASIL, 2002) com

a finalidade de estabelecer critérios para o licenciamento dessa atividade na zona costeira. Em seu art. 2º, veta a atividade de carcinicultura em manguezal, uma vez que esses ambientes são considerados áreas de preservação permanente. No art. 3º, consta que a construção, a instalação, a ampliação e o funcionamento de empreendimentos de carcinicultura na zona costeira, definida pela Lei nº 7.661, de 1988, e pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, nos termos desta Resolução, dependem de licenciamento ambiental (BRASIL, 2002). Além disso, essa resolução estabelece que empreendimentos com mais de 50 hectares de espelho d'água devem elaborar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para deferir o licenciamento do empreendimento. As principais alterações em relação à carcinicultura, trazida pela lei Lei Nº 12.651, diz respeito às Áreas de Preservação Permanente. De acordo com a mesma, os apicuns e os salgados deixam de fazer parte dessas áreas de preservação, podendo ser ocupada pela carcinicultura, desde que respeitem alguns requisitos, como por exemplo, limite por Estado de 10% no bioma amazônico e de 35% no restante do país.

No estado de Sergipe, a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) é o órgão estadual regulador dessas e de outras atividades. Dentre suas atribuições, tem a de emitir licenças ambientais aos carcinicultores. A Resolução nº 50/2013 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA) (SERGIPE, 2013) dispõe sobre normas e critérios para o licenciamento ambiental de carcinicultura no Estado de Sergipe. Essa resolução defende também que a localização, ampliação e regularização de empreendimentos de carcinicultura dependerão de prévio licenciamento ambiental emitido pela ADEMA.

Segundo art. 2º da Resolução nº 50/2013 do (CEMA), a licença ambiental terá o prazo de validade de 5 (cinco) anos, renovável apenas se o empreendedor cumprir as exigências da legislação ambiental e do próprio licenciamento, exceto nos casos em que o licenciamento seja simplificado, em que o prazo será de 3 (três) anos. Em seu art. 7º, a ADEMA, no exercício de sua competência e controle, expedirá Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) ou Licença Simplificada (LS). Contudo, os empreendimentos de menor porte poderão ser licenciados por meio de procedimento de licenciamento ambiental simplificado. Já empreendimentos de maior porte necessitam apresentar EIA/RIMA.

Sendo assim, todos os empreendimentos precisarão solicitar inicialmente a licença prévia, em seguida apresentar documentação para solicitar a licença de instalação e ao final do processo a licença de operação (CARVALHO; FONTES, 2009). Entretanto, a ADEMA poderá determinar, independente do porte, a elaboração de estudos ambientais mais restritivos dependendo das especificidades das áreas onde serão implantados os empreendimentos de carcinicultura (SERGIPE,

2013). Muhlert (2014) ressaltou que por mais que tenham ocorrido mudanças na legislação, grande parte dos empreendimentos de carcinicultura presentes em São Cristóvão permanece como uma atividade irregular, visto que a localização dos viveiros continua sendo em Áreas de Preservação Permanente.

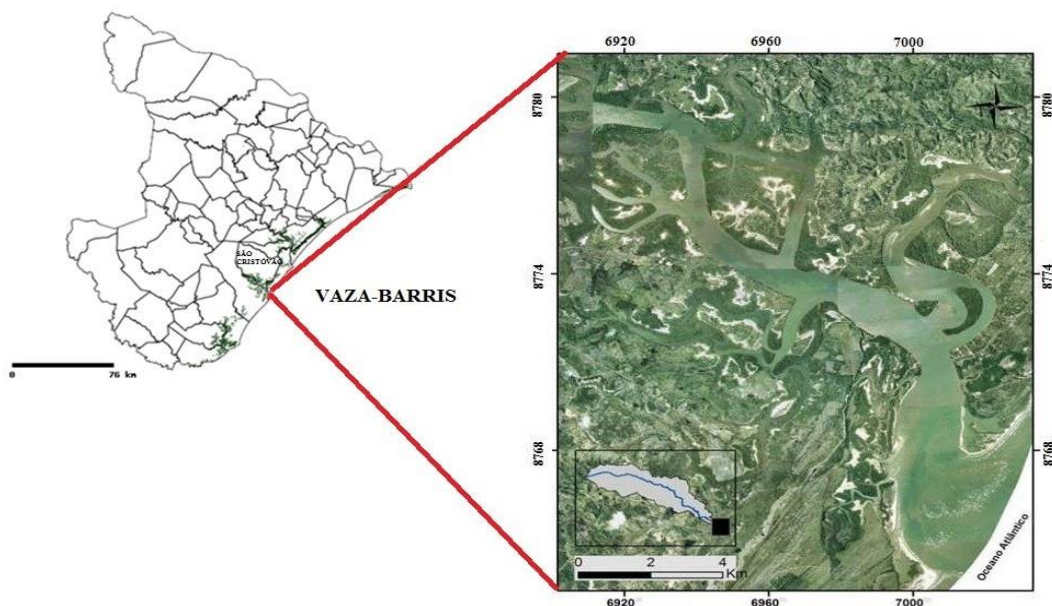
### 4.3. MATERIAL E MÉTODO

#### 4.3.1. Área de estudo

O rio Vaza-Barris nasce no município de Uauá, na Bahia, e deságua no Oceano Atlântico em Sergipe, apresentando área total de aproximadamente 115km<sup>2</sup>. Com uma área estuarina que corresponde a cerca de 25km<sup>2</sup>, abrange os municípios de Itaporanga D'ajuda, São Cristóvão e Aracaju. As margens desse rio são ocupadas por manguezais (Figura 4.1) que penetram até cerca de 20km (FONTES, 1999; SIQUEIRA, 2008).

O presente estudo foi realizado no estuário da bacia do rio Vaza-Barris, no município de São Cristóvão, Sergipe. Este município está localizado na Grande Aracaju, contemplando uma área territorial de 436,86km<sup>2</sup>, ocupada por uma população de cerca 78.876 habitantes, sendo 66.682 residentes da zona urbana e 12.194 da zona rural (IBGE, 2010).

Figura 4.1- Áreas litorâneas, em verde na legenda os manguezais sergipanos, com destaque para o manguezal do Vaza-Barris.



Fonte: Google Earth (2015).

A região apresenta particularidades por estar inserida no clima Megatérmico Subúmido CA'A", que se caracteriza por apresentar chuvas abundantes durante o inverno e verão com período de seca, onde a temperatura média anual é de 25,5°C (FONTES, 1999). O manguezal desse estuário apresenta variação fisionômica, com características específicas de topografia, salinidade e movimentos oscilatórios das marés, o que permite o desenvolvimento de uma fauna e flora particular (SANTOS et al., 2010). A vegetação predominante nos estuários sergipanos é o manguezal, que há muitos anos vem sendo degradado e convertido em salinas, e posteriormente adaptado para atividades referentes ao ramo da aquicultura (CARVALHO; FONTES, 2007).

#### **4.3.2. Coleta e análise dos dados**

O estudo foi elaborado com base em dados secundários obtidos através de pesquisa documental e de revisão bibliográfica. Para isso, foi realizado o levantamento bibliográfico referente aos impactos ambientais provocados pelas instalações de viveiros de camarão na área de manguezal no Vaza-Barris, bem como a análise do processo de licenciamento da carcinicultura para esse ecossistema. Além disso, foi proposto indicadores que possam auxiliar na avaliação dos impactos ambientais causados por essa atividade no estuário do Vaza-Barris. Os indicadores foram elaborados com base no Modelo de Indicadores de Sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR).

### **4.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No Brasil, a carcinicultura tem ganhado destaque no setor da economia. Nos últimos anos, o nordeste brasileiro tem aumentado a área de cultivo de camarão e, conseqüentemente, o número de produtores e produção, sendo responsável por cerca de 99% da produção nacional e por 92% do total de produtores. De acordo com Muhlert (2014), no que se refere à área da carcinicultura em Sergipe, entre os anos de 2004 e 2011, houve um crescimento de 63,3%. Até 2011 em Sergipe, ocorreu um crescimento significativo em relação ao número de produtores, que passou de 69 para 224, e as áreas de cultivo, de 514 para 1.040 ha. Segundo as projeções da Associação Brasileira de Criadores de Camarão até 2018, ocorrerá uma diminuição na produção de camarão cultivado em Sergipe e também em outros estados brasileiros, como por exemplo, na Bahia. Em 2014 Sergipe ocupou o quarto lugar na produção de camarão, comparando os dados entre os anos de 2013 e 2014 da produção total de camarão em Sergipe, notou-se uma redução de 0,40% (ABCC, 2013).

Para Oliveira (2011), apesar da carcinicultura apresentar um grande potencial econômico, nota-se o uso de tecnologias não apropriadas, desencadeando diversos impactos ambientais nos ecossistemas naturais. Segundo Muhlert (2014), grande parte dos empreendimentos de carcinicultura presentes em São Cristóvão estão localizados em Áreas de Preservação Permanente (APP). A autora ainda citou que a maioria desses produtores tem uma relação histórica familiar, visto que antigas salinas exploradas por seus familiares deram lugar a viveiros de produção de camarão. Com a aprovação do novo Código Florestal, torna-se possível o licenciamento dessa atividade, mas para isso é preciso atender as exigências estabelecidas pelos dispositivos legais.

Os principais entraves ambientais que poderão ser ocasionados pelo cultivo de camarão referem-se à supressão do ecossistema manguezal, alterações no padrão de circulação hídrica e eutrofização do estuário, adubação contínua, renovação constante de água e arraçamento em excesso. Além disso, outro grande problema referente à carcinicultura presente no Brasil tem sido o uso de espécie exótica, pois a mesma pode ocasionar a disseminação de doenças para populações de crustáceos nativos, comprometendo toda a fauna do ecossistema (WAINBERG; CÂMARA, 1998; FERREIRA et al., 2008).

Segundo Lima e Silva (2014), os camarões cultivados nos viveiros de São Cristóvão não são vendidos apenas para o mercado local, mas também para as capitais e para o mercado internacional. Isso gera uma maior demanda, implicando na utilização de modelos de produção mais intensivos, inclusive adotando diferentes formas de manejo para um mesmo viveiro ao longo do ano, preocupando-se em aumentar a produção e o lucro, com isso gerando mais danos ambientais.

No estado de Sergipe, e principalmente em São Cristóvão, grande parte do cultivo de camarão marinho é realizado de forma irregular e sem licenciamento. Segundo Lima (2011), essas condições provocam implicações negativas, como: baixa qualidade do produto comercializado, impossibilidade de regularização de mão de obra envolvida no processo produtivo, inacessibilidade dos pequenos produtores a financiamentos para melhorias da produção, impossibilidade de controle e planejamento ambiental das propriedades e impossibilidade de planejamento e dimensionamento de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento socioambiental da carcinicultura no referido estado.

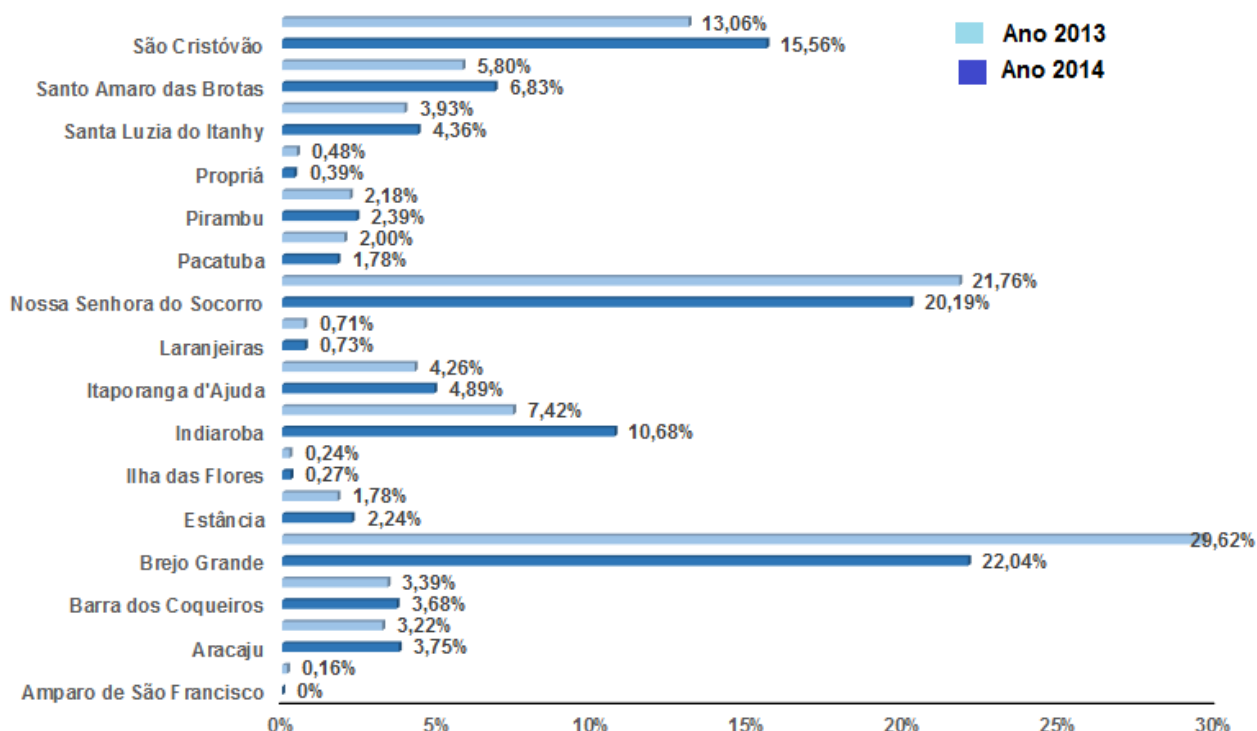
Os municípios sergipanos que se destacaram na produção de camarão durante os anos de 2013 e 2014, como pode ser observado na

Figura 4.2, foram Brejo Grande, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão. Além disso, nota-se que durante esses dois anos a produção em São Cristóvão aumentou, diferentemente de



Brejo Grande, que teve uma redução considerável. Em relação aos demais municípios, as mudanças foram pequenas, inclusive em Amparo de São Francisco, que em 2013 aparece com 0,16% e em 2014 desaparece do registo de produção de camarão sergipano.

Figura 4.2- Produção de camarão nos municípios sergipanos durante os anos de 2013 e 2014.



Fonte: Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015).

De acordo com informações contidas no processo nº 0001184-69.2013.4.05.8500, no período entre 18/12/2012 e 05/02/2013, em vistoria realizada por técnicos da Procuradoria da República, foi encontrada vasta área de viveiros de camarões não licenciados nos Municípios de Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, com grande quantidade de vegetação cortada, áreas de mangue sendo desmatada e viveiros recebendo dejetos de conjuntos residenciais, colocando em risco a saúde dos consumidores de camarão. Segundo Lima e Silva (2014), até o final de 2013, grande parte dos empreendimentos de carciniculturas marinhas localizadas no estuário do rio Vaza-Barris/SE, não tinham licenciamento. Para Santos e Costa (2010):

*A carcinicultura no litoral sergipano contribuiu para uma redução e extinção de habitats de numerosas espécies, o desmatamento de extensas áreas de manguezal causando interferência direta na produção e distribuição de nutrientes para o estuário e plataforma continental; extinção de setores de reprodução e alimento de moluscos, aves e peixes e diminuição da biodiversidade ao longo das bacias hidrográficas. Isso gera a expulsão de*

*marisqueiras, pescadores e catadores de caranguejo de suas áreas de trabalho, ou tornam-se obstáculos a seu acesso, aos espaços produtivos do território, ao estuário e ao manguezal com a privatização de terras da União, tradicionalmente utilizadas para o extrativismo animal e vegetal (SANTOS e COSTA, 2010, p. 9).*

Diante das irregularidades supracitadas, foi determinado no Processo nº 0001184-69.2013.4.05.8500 a imediata paralisação dos carcinicultores que estiveram desenvolvendo suas atividades em evidente agressão à integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a ele associados, incluindo sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros, autuando e embargando os viveiros não licenciados. Na avaliação da sustentabilidade ecológica da carcinicultura marinha em Sergipe, realizada por Muhlert et al. (2013), verificam-se que os viveiros licenciados localizados nas terras altas se mostraram menos sustentáveis do ponto de vista ecológico. Segundo os autores, isso está relacionado ao manejo utilizado no cultivo, como a densidade média de camarões/m<sup>2</sup> e a utilização de maiores quantidades de ração. No estudo realizado por Santos (2009) referente à qualidade da água da carcinicultura na Grande Aracaju, também foi apontado alta concentração de nutrientes na água, o que pode estar relacionado ao manejo do alimento, acúmulo de nutrientes orgânicos e densidade de camarão nos viveiros.

De acordo com Carvalho e Fontes (2007), os municípios sergipanos com maior número de empreendimentos de carcinicultura em produção foram Pacatuba (14), Nossa Senhora do Socorro (10), Barra dos Coqueiros (8) e Itaporanga D'Ajuda (7). Entretanto, até abril de 2004 existiam 76 empreendimentos de carcinicultura marinha protocolados para avaliação ambiental do projeto, na Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA). Em um levantamento realizado em 2015, Oliveira et al. (2015) observam um aumento considerável no número de empreendimentos e também em relação às licenças expedidas pela ADEMA, constatando a existência de 134 licenças emitidas, distribuídas entre 13 municípios, com destaque para Nossa Senhora do Socorro, que conta com 49, São Cristóvão, com 32, e Pacatuba com 16.

Comparando os números de licenças emitidas pela ADEMA no período de 2015 a março de 2016, houve um aumento no registro, passando de 134 para 139. Contudo, nota-se que Nossa Senhora do Socorro permaneceu com o mesmo número de licenças, diferentemente de São Cristóvão, que houve uma diminuição de três licenças, e Pacatuba, com um aumento de duas licenças. Outro ponto registrado em 2016 (Tabela 3.1) foi a presença de três novos municípios sergipanos no registro de licenças expedidas pela ADEMA: Umbaúba e Capela, ambas com uma licença, e Estância com duas.

Até o final de 2013, Lima e Silva (2014) mencionaram que grande parte dos empreendimentos de carcinicultura marinhas, localizados no estuário do Rio Vaza-Barris, não tinha licenciamento. Ao analisar a situação das licenças expedidas pela ADEMA, até 2015, foi possível verificar que entre as 134 licenças expedidas, 112 encontram-se em situação “Termo de Regulamentação da Carcinicultura”, duas com “Renovação Licença de Instalação”, oito com “Renovação Licença de Operação”, quatro com “Licença Simplificada”, duas com “Licença de Operação” e uma com “Licença de Instalação”. Comparando as informações supracitadas com dados obtidos até março de 2016 (Tabela 4.1) referentes aos números de licenças expedidas, nota-se que das 139 licenças existentes atualmente, as com situação de “Termo de Regularização” e de “Renovação de Licença de Instalação” continuam com o mesmo número. Em relação à “Renovação de Licença de Operação”, houve uma redução de duas licenças, em relação à “Licença Simplificada” houve um aumento de 10 “Licenças de Operação” e no que se refere à “Licença de Instalação” houve uma redução de duas.

Tabela 4.1 - Relação de municípios e licenças expedida pela ADEMA para Sergipe até março de 2016. Termo de Regulamentação da Carcinicultura (TRC); Renovação de Licença de Instalação (RLI); Renovação de Licença de Operação (RLO); Licença Simplificada (LS);

LOCALIDADES	TRC	RLI	RLO	LS	LO	LI
Barra dos Coqueiros				2	1	
Itaporanga D’Ajuda	2	1	4	1		
Pacatuba	14			4		
Brejo Grande	1			1		
Barra dos Coqueiros	1					
Amparo de São Francisco				1		
Capela				1		
Nossa Senhora do Socorro	49					
Aracaju	8					
Indiaroba	6				1	
São Cristóvão	28			1		
Propriá				1		
Estancia	1		1			
Umbaúba						1

<b>Santo Amaro das Brotas</b>	2	2	1
<b>Santa Luzia do Itanhy</b>	1	1	1

Fonte: Dados obtidos da Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA).

Muhlert et al. (2013) utilizaram indicadores numéricos para a avaliação da sustentabilidade ecológica da carcinicultura marinha em São Cristóvão/SE, e constatam que os indicadores foram relevantes para medir a sustentabilidade ecológica dos viveiros de carcinicultura presentes na área. Além disso, observam que a dimensão ecológica apresentou o menor valor se comparada à dimensão econômica e social, sendo, portanto, a que requer maior atenção por parte dos carcinicultores e pelos órgãos fiscalizadores.

Considerando as problemáticas ambientais e a necessidade de avaliação dos impactos provocados pela carcinicultura, no presente estudo foram elaborados indicadores ambientais de sustentabilidade que poderão auxiliar os órgãos fiscalizadores na avaliação dos impactos ambientais causados por essa atividade no manguezal do Vaza-Barris. A seleção dos indicadores baseou-se em informações obtidas através do levantamento de dados relacionados ao cultivo de camarão em áreas de manguezais. Para isso foi proposto indicadores presentes no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Indicadores de sustentabilidade proposto para auxiliar na avaliação de impactos ambientais provocado pela carcinicultura no manguezal do Vaza-Barris.

<b>Dimensões</b>	<b>Indicadores</b>
<u>Pressão</u>	Esgotamento dos recursos naturais; Desmatamento das áreas; Falta de manejo adequado; Epidemias
<u>Estado</u>	Fauna; Flora; Solo; Recurso hídrico
<u>Impacto</u>	Mudança no pH do solo; Aumento nas concentrações de fósforo; Morte dos camarões; Uso de antibióticos; Excesso de alimento; Superlotação dos viveiros
<u>Resposta</u>	Manejo sustentável; Utilização de técnica adequada; Fiscalização; Licenciamento ambiental; Recomposição vegetal; Cumprimento da legislação ambiental

Fonte: Oliveira et al. (2015).

Os indicadores de Pressão referem-se aos eventos que podem provocar desestabilizações ambientais no manguezal do Vaza-Barris, com a implantação dos projetos de carcinicultura. Diante disso, foram propostos os seguintes indicadores: esgotamento dos recursos naturais; desmatamento da área; falta de manejo adequado e epidemias. Através desses indicadores é possível avaliar a pressão que essa atividade vem causando nesse ecossistema. Os indicadores de Estado retratam as implicações qualitativa e quantitativas do ambiente, considerando os principais problemas observados para a fauna, flora, solo e recursos hídricos em decorrência da carcinicultura.

Os indicadores de Impactos mostram as alterações dos elementos bióticos e abióticos, evidenciando a relação de linearidade entre as dimensões do Modelo PEIR, onde cada ação provoca reações. Para isso foi proposto as variáveis: Mudança no pH do solo; Aumento nas concentrações de fósforo; Morte dos camarões; Uso de antibióticos; Excesso de alimento e Superlotação dos viveiros. Já os itens relacionados à dimensão Respostas correspondem às ações empreendidas pelo Poder Público para atenuar os efeitos da carcinicultura no ambiente. Para isso, foram elaborados os indicadores a seguir: Manejo sustentável; Utilização de técnica adequada; Fiscalização; Licenciamento ambiental; Recomposição vegetal; e Cumprimento da legislação ambiental.

Dentre os indicadores propostos, o desmatamento da área, a falta de manejo adequado e epidemias provavelmente são os indicadores mais relevantes para auxiliar na identificação e mitigação dos principais impactos provocados pelos empreendimentos de carcinicultura na área de estudo. Também poderiam ser utilizados na comunidade Mem de Sá, a fim de sanar ou amenizar os impactos provocados pela carcinicultura, e assim preservar esse ecossistema tão importante para o equilíbrio ecológico e as comunidades ribeirinhas, como pode ser observado no Capítulo cinco. Contudo, Muhlert (2104) ressaltou a necessidade da criação de mais indicadores de sustentabilidade que possam auxiliar na avaliação ainda mais holística dos empreendimentos de carciniculturas implantadas no Brasil e também em Sergipe, tanto em Áreas de Preservação Permanente, quanto em áreas onde o licenciamento ambiental da carcinicultura seja possível.

#### **4.5. CONCLUSÕES**

Diante da situação atual da carcinicultura no estuário do rio Vaza-Barris, nota-se a necessidade de regularização dos empreendimentos dessa atividade. Além disso, é preciso conscientizar os criadores em relação a alternativas ambientais para que ocorra o desenvolvimento sustentável, uso adequado das áreas que atualmente estão ocupadas por criação irregular de camarão e melhorias na qualidade de vida da população. Os indicadores ambientais elaborados nesse estudo poderão auxiliar os órgãos fiscalizadores na avaliação da problemática ambiental provocada pela

implantação irregular de projetos de carcinicultura no manguezal do Vaza-Barris, tendo em vista que a sistematização e caracterização das variáveis permitem uma melhor compreensão das vulnerabilidades que o ambiente está submetido, constituindo ferramenta útil na gestão adequada dessa atividade, que precisa ter suas consequências minimizadas.

Compreende-se a importância do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental para a implantação não somente da atividade de carcinicultura, mas também para outras que sejam altamente insumidoras de recursos naturais. É importante ressaltar a relevância de mais estudos que avaliem os impactos causados pela carcinicultura no setor econômico, social e ambiental. Dentre os principais impactos provocados pela carcinicultura na área estudada, nota-se a retirada da vegetação nativa, o manejo inadequado, descarte impróprio dos efluentes, introdução de espécies exóticas e disseminação de doenças. Mesmo que haja preocupação de parte dos carcinicultores em manter algumas áreas do manguezal preservadas, também é preciso uma fiscalização mais intensiva e o cumprimento da legislação ambiental vigente, pois mesmo após a ação movida pelo ministério público, poucas mudanças ocorreram em relação à regularização dos empreendimentos de carcinicultura presente no manguezal do Vaza-Barris.

Nesse contexto, o próximo capítulo escrito na forma de artigo, partiu da necessidade de identificar o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades de Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão), localizadas às margens do estuário do rio Vaza-Barris. Além disso, compreender as condições de vida das famílias e sua relação com o manguezal como fonte de renda e alimentos, principalmente relacionado à coleta de ostras *Crassostrea*.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora; em especial ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS), pelo auxílio e apoio da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, D. M. C. M. **Diagnóstico dos impactos socioambientais no manguezal do rio Acaraú (Ceará, Brasil) devido à carcinicultura.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) - Programa de Mestrado em Ciências do Mar do Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade do Porto, Portugal, p.82, 2009.
- ARARIPE, H. G. A.; LOPES, J. B.; BASTOS, M. E. G. Aspectos do licenciamento ambiental da carcinicultura na APA do delta do Parnaíba. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 2, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). **O agronegócio do camarão marinho cultivado.** Recife: [s. n.], 2002.
- AZEVÊDO, V. C. S. **Carcinicultura: parâmetros integrativos como instrumentos de prevenção de impactos.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação Profissional da Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, p.160, 2005.
- BENTO, E. S. **Aspectos etnoecológicos da carcinicultura no parque dos manguezais e Ilha de Deus.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco. p.187, 2012.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm). Acessado em: 24 out. 2015.
- BRASIL. **Resolução nº 312, Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 10 de outubro de 2002.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental dos empreendimentos de carcinicultura na zona costeira. Diário Oficial da União, nº 203, Seção I.
- CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. A carcinicultura no espaço litorâneo sergipano. **Revista da Fapese**, Sergipe, n.3, v.1, p. 87-112, 2007.
- CAVALCANTI, L. E. Aspectos geoambientais da carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus desdobramentos legais: a implementação da licença ambiental em defesa do meio ambiente. v.10-E, **Especial Eletrônica**, p. 71-88, 2012.
- COSTA, L. C.O.; XAVIER, J. A. A.; NEVES, F. M.; AZAMBUJA, A. M. V.; WASIELESKY, JUNIOR, W.; FIGUEIREDO, M. R. C. Polyculture of *Litopenaeus vannamei* shrimp and *Mugil platanus* mullet in earthen ponds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 9, 2013.
- DIAS, H. M.; SOARES, M. L. G.; NEFFA, E. Conflitos socioambientais: o caso da carcinicultura no complexo estuarino caravelas – Nova Viçosa/Bahia-Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 15, n. 1, p. 111-130, 2012.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The state of world fisheries and aquaculture, 1997 - overview. **INFOFISH Internacional**, Kuala Lumpur, 5/97, p. 17-20, 1997.

FERREIRA, D. M.; MELO, J.V.; COSTA NETO, L. X. Influência da carcinicultura sobre a salinização do solo em áreas do município de Guamaré/RN. **Holos**, n. 24, v.2, 2008.

FIGUEIREDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; MORAIS, L. F.S.; PAULINO, W. D.; GOMES, R. B. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 2, 167-174, 2006.

LISBOA FILHO, W. L.; CARLINI JUNIOR, R. J.; LUCENA, H. A.; SILVA, F. S. C. M. **A Carcinicultura Como uma Viável e Promissora Alternativa Econômica para a Região Nordeste**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/2/1096.pdf>. Acessado em: 30 mar. 2016.

FONTES, A. L. Aspectos evolutivos atuais do litoral norte do estado de Sergipe. In: CONGRESSO DA ABEQUA, VII., Porto Seguro. **Anais**. Porto Seguro: ABEQUA, 1999.

FREITAS, U.; NIENCHESKI, L. F. H.; ZARZUR, S.; MANZOLLI, R. P.; VIEIRA, J. P.P.; ROSA, L.C. Influência de um cultivo de camarão sobre o metabolismo bêntico e a qualidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.12, n.3, p.293-301, 2008.

GARCIA, C. A. B.; SAANTOS, G. P.; GARCIA, H. L. Qualidade da água na carcinicultura na grande Aracaju Sergipe. **XIV Safety, Health and Environment World Congress**. July, Cubatão, Brasil, p.20-23, 2014.

GODOY, M. D. P. **Alteração nas áreas de mangue em estuários no estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas**. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 202, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_sergipe.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sergipe.pdf)>. Acessado em: 24 abr. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 160, 2013.

JACKSON, C.; PRESTON, N.; THOMPSON, P. J. Intake and discharge nutrient loads at three intensive shrimp farms. **Aquaculture Research**, v.35, n.11, p.1053-1061, 2004.

JERONIMO, C. E.; BALBINO C. Caracterização físico-química de efluentes da carcinicultura e seus Impactos ao meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, nº 8, p. 1639-1650, 2012.

LIMA, A. V. O. Degradação dos manguezais do município de Aracaju em decorrência da urbanização. **Anais XVI Encontro de Nacional de Geógrafos de 25 a 30 de julho**, Porto Alegre, RS. Moluscos. In: Seminário e workshop de tecnologias para aproveitamento integral do pescado. Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, p. 38-84, 2010.

LIMA, J. S. G. **Licenciamento da Carcinicultura Marinha Praticada em Áreas de Preservação Permanente no Estado de Sergipe**. Diretrizes para a Sustentabilidade Socioambiental. São



Cristóvão, Sergipe: Grupo de Estudo sobre Aquicultura e Sustentabilidade, Universidade Federal de Sergipe, p.96, 2011.

LIMA J. S. G.; SILVA, C. A. Carcinicultura Marinha Familiar no Estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe: Implicações para uma Produção Sustentável. – Brasília, DF: **Embrapa**, p.75, 2014.

LORENZEN, S.; PREIN, M.; VALENTIN, C. Mass aggregations of the free-living marine nematode *Pontonema vulgare* Oncholaimidae in organically polluted fjords. **Marine Ecology Progress Series**, v.37, p. 27-34, 1987.

MEIRELES, A. J. A.; CASSOLA, R. S.; TUPINAMBÁ, S. V.; QUEIROZ, L. S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. Mercator. **Revista de Geografia da UFC**, v.6, n. 12, 2007.

MELLO, C. C. A. Avaliação de equidade ambiental como instrumento de modernização e democratização dos procedimentos de avaliação de impacto de projetos de desenvolvimento - estudo de caso: o processo de licenciamento da carcinicultura nos estados da Bahia e do Ceará. **FASE – Projeto Brasil Sustentável e Democrático ETTERN-IPPUR-UFRJ**. Rio de Janeiro. 2007.

MESQUITA, E. A.; FROTA, P. V.; SOARES, V. L. Carcinicultura no litoral do ceará: análise das modificações impressas no estuário do rio Pirangi – CE. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n.4, p.540 – 551, 2012.

MUHLERT, A. C. S.; LIMA, J. S. G.; MACHADO, L.; EVANGELISTA, R. A. Indicadores numéricos como ferramenta para avaliação da sustentabilidade ecológica da carcinicultura marinha em Sergipe, **Interciencia**, v. 38, n. 8, 2013.

MUHLERT, A. C. S. **Indicadores de sustentabilidade da carcinicultura em terras baixas, São Cristóvão, Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, p.114, 2014.

NASCIMENTO, I. A.; PEREIRA, S. A.; DÓRIA, E. L. V. Identificação e prevenção de impactos em manguezal: relação com atividades de carcinicultura. **Revista da Rede de Ensino FTC**, v. 5, n. 11, 2007.

OLIVEIRA, D. V; SOUZA, S. P. Avaliação dos impactos gerados pela carcinicultura. **Revista Ambiental**, v.1, n. 2, p. 66-75, 2015.

OLIVEIRA, K. F. **Biodepuração do efluente proveniente da carcinicultura, utilizando a ostra-do-mangue, *Crassostrea rizhophorae***. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, p.60, 2011.

PAIVA-ROCHA, I.; MAIA-ROCHA, D. **Carcinicultura Marinha: Realidade Mundial, Perspectivas e Oportunidades para o Brasil**. Disponível em: <http://abccam.com.br/site/wp-content/uploads/2013/12/Carcinicultura-Marinha-2009-Fevereiro2010-.pdf>. Acessado em: 29 de mar. 2016.

PASSOS, A. L. O. **Carcinicultura marinha: caracterização e conflitos entre as esferas ambiental e produtiva no município de Jaguaripe, Bahia**. Monografia - Curso de Graduação em Geografia, da Universidade Federal da Bahia, p.77, 2010.

PEREIRA, L. V. **Perfil sanitário da carcinicultura do nordeste brasileiro segundo a percepção dos técnicos responsáveis**. Dissertação (Mestrado Ciências Veterinárias), Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Lavras, Bahia, p.93, 2010.

RASP, U. **Ambiente e saúde em área de manguezal: o caso de vila velha, Itamaracá – PE. Saúde Pública junto ao Departamento de Estudos em Saúde Coletiva**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, p.230, 1999.

SANTOS, C. L.; COSTA, B. G. A relação sociedade-natureza e a configuração territorial da carcinicultura no litoral sergipano. **Anais XVI Encontro Nacional de Geógrafos**, Porto Alegre, 2010.

SANTOS, G. P. **Qualidade da água na carcinicultura na Grande Aracaju-Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Agrossistema), Programa de Pós-Graduação em Agrossistema, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p.57, 2009.

SANTOS, L. C. **Sistema estuarino-lagunar do Rio São Francisco, zona costeira de Sergipe, Brasil: uso e cobertura da terra e diagnóstico ambiental dos manguezais**. Dissertação (Mestrado em Ambiente), Programa de Pós-Graduação Ambiental, Universidade de São Paulo, p.130, 2010.

SERGIPE. **Resolução nº50/2013 do Conselho Estadual do Meio Ambiente, de 23 de julho de 2013**. Dispõe sobre normas e critérios para o licenciamento ambiental de carcinicultura no Estado de Sergipe. Disponível em: < <http://www.adema.se.gov.br/modules/tinyd0/index.php?id=31>> . Acessado em: 24 out. 2015.

SILVESTRE, S. C.; FARIAS, D. L. S.; LOURENÇO, J. D. S.; BARROS, S. C. A.; BRAGA, N. M. P. Diagnóstico dos impactos ambientais advindo de atividades antrópicas na APA da barra do rio Mamanguape. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.7, n.12, 2011.

SIQUEIRA, M. M. M. **Medidas do comportamento organizacional: ferramentas de diagnóstico e de gestão**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TAHIM, E. F. E.; JUNIOR, I F. A. A Carcinicultura do Nordeste Brasileiro e sua Inserção em Cadeias Globais de Produção: foco nos APLs do Ceará. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 52, n.3, p. 567-586, 2014.

TANCREDOA, K. R.; NOBREGA, R. O.; DIAS, T.; LAPA, K. R. Impactos Ambientais da Carcinicultura Brasileira. Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world” São Paulo – Brazil – May 18th-20ndth- 2011. Disponível em: <[http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Tancredo\\_KR%20-%20Paper%20-%206A6.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/6/Tancredo_KR%20-%20Paper%20-%206A6.pdf)>. Acessado em: 15 set. 2016.

VALIELA, I.; BOWEN, J. L.; YORK, J. K. Mangrove forests: One of the world’s threatened major tropical environments. **Bioscience**, v.51, n.10, p. 807-815, 2001.

WAINBERG, A. A.; CAMARA, M. R. Carcinicultura no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: interações ambientais e alternativas mitigadoras. *In: AQUACULTURA BRASIL*, Recife. **Anais**, p. 527-544,1998.

## **CAPÍTULO 5**

### **ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA MARISCAGEM NAS COMUNIDADES MEM DE SÁ E TINHARÉ, RIO VAZA-BARRIS, SERGIPE**

## 5. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA MARISCAGEM PARA AS COMUNIDADES MEM DE SÁ E TINHARÉ, RIO VAZA-BARRIS, SERGIPE<sup>5</sup>

### SOCIOECONOMIC ASPECTS OF OYSTER FISHING IN MEM DE SÁ AND TINHARÉ COMMUNITIES, VAZA-BARRIS RIVER, SERGIPE

Josevânia de Oliveira

Rosemeri Melo e Souza

Edilma de Jesus Andrade

**RESUMO** - o estudo teve como objetivo caracterizar o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão), Sergipe. Para tal, foram realizadas visitas e aplicação de questionários nas duas comunidades. Em Mem de Sá e Tinharé, notou-se a presença de casas rústicas e pequenas, baixo grau de escolaridade, elevado número de membros por família, baixa renda familiar e a coleta de lixo irregular. Além disso, verificou-se que a mariscagem é realizada mais por mulheres e praticada de 2 a 7 dias por semana. Diante disso, os dados socioeconômicos obtidos apontam para uma situação de baixa qualidade de vida dos moradores e das condições ambientais nessas comunidades. Faz-se necessário um intercâmbio de informações entre poder público, comunidade científica e comunidades tradicionais para que desenvolvam projetos e ações que tornem a mariscagem uma atividade mais sustentável e valorizada.

**Palavras-chave:** Catadores; Comunidades tradicionais; Manguezal; Mariscagem.

**ABSTRACT** - This study identifies the socioeconomic aspects of the oyster fishermen communities in Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) and Tinharé (São Cristóvão), Sergipe. As part of the research design, semi-structured questionnaires were applied in both communities. Based on the data collected, the presence of small and rustic houses, low level of schooling, high number of family members in a household, low family income and irregular garbage collection were observed in Mem de Sá and Tinharé. In addition, oyster fishing is mostly performed by women, and it is practiced two to seven days per week. The results indicate poor environmental conditions in these communities and a low quality of life of their residents. We find it necessary interchanging information amongst the local government, academic community and traditional nearby communities, so that together they might develop effective policies that turn the oyster fishing activity more sustainable and socioeconomically valued.

**Keywords:** Oyster Fishermen; Traditional Communities; Mangrove; Oyster Fishing;

#### 5.1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo de ocupação dos manguezais deve-se ao fato da maior parte da população brasileira instalar-se na zona litorânea, por razão histórica e econômica. Segundo Vasconcelos et al. (2012), a degradação ambiental dos manguezais causa muitos entraves ao trabalho e à vida das marisqueiras e dos pescadores, na medida em que atinge o meio de subsistência familiar, reduzindo o espaço geográfico de extração, prejudicando a qualidade do

---

<sup>5</sup> Artigo submetido à Revista Fronteiras: **Journal of Social, Technological and Environmental Science**.

pescado, além de contribuir para a diminuição dos estoques pesqueiros. Nishida et al. (2008) destacaram que a condição socioeconômica das marisqueiras, bem como os seus conhecimentos sobre a biologia do recurso que exploram, devem ser considerados na elaboração de planos de manejo relacionados a essas áreas. Para Nishida (2000), os catadores de moluscos são grupos economicamente marginais, excessivamente pobres e pouco reconhecidos pelos outros pescadores artesanais. Para Melo (2015, p.34), marisqueiras:

*[...] São mulheres apontadas na categoria de pescadoras artesanais por trabalharem de forma manual na extração de moluscos, como a ostra, o marisco e o sururu. Sua atividade de trabalho é denominada de catação, porque consiste em efetivamente procurar extrair da areia cada unidade de molusco, por isso são nomeadas também de catadoras de mariscos. A finalidade é complementar a renda da família, ou seja, ajudar o marido nas despesas da casa [...]*

Sob a perspectiva social e econômica, os manguezais oferecem inúmeros bens e serviços para as populações humanas, principalmente para as comunidades ribeirinhas que mantêm relação de grande dependência com os recursos oferecidos por esse ecossistema. A madeira que é extraída do manguezal é utilizada como lenha, construção de casas e barcos. Os organismos que habitam esse ambiente, como moluscos, crustáceos e peixes, são usados como alimentação e fonte de renda. Também possuem importância cultural, servindo como espaços de recreação, lazer e turismo, bem como valor estético e espiritual para as pessoas que com este ecossistema se relacionam (MACIEL, 1991; VANNUCCI, 1999).

O estado de Sergipe oferta uma diversidade de atrações turísticas, com destaque para os rios Vaza-Barris e Sergipe que apresentam um admirável cenário de estuários, onde a presença dos manguezais oferece mariscos e crustáceos que são largamente utilizados e apreciados na culinária sergipana. Porém, nas últimas décadas, com incremento das atividades turísticas passou a ser alvo prioritário das estratégias governamentais e da iniciativa privada, provocando desequilíbrio ecológico e, redução dos recursos naturais pesqueiros presentes nesse ecossistema. Segundo Almeida (2008), os principais impactos ambientais nos manguezais sergipanos, incluindo do Vaza-Barris, são a retirada de madeira, despejo industrial e orgânico, presença de viveiros, salinas e o turismo desordenado.

Nos municípios de Itaporanga D'Ajuda e São Cristóvão, muitas famílias que residem nas proximidades do Vaza-Barris têm a mariscagem e a pesca artesanal como única fonte de renda, ou complemento. Além disso, o rio serve também como lazer da população local e, ultimamente, vem atraindo pessoas de outras cidades e estados, que comprem terrenos e constroem casas de veraneio. Nishida et al. (2008) ressaltaram que a exploração de moluscos tem de grande relevância social, visto que muitas pessoas residentes em áreas próximas aos manguezais sobrevivem direta ou

indiretamente dessa atividade, contribuindo para a intensa coleta desses organismos. Os principais moluscos explorados nas comunidades sergipanas são as ostras de mangue pertencentes ao gênero *Crassostrea*, o sururu *Mytella* e o berbigão *Anomalocardia*.

As comunidades tradicionais Mem de Sá e Tinharé, localizam-se nas áreas costeiras e ribeirinhas, formadas, geralmente, por famílias pobres, que dependem diretamente dos recursos pesqueiros naturais para sua subsistência, como por exemplo, as ostras (NASCIMENTO; ARAÚJO, 2007). As ostras são moluscos bivalves, pertencentes à família Ostreidae, que se caracterizam por apresentar hábitos filtradores, se alimentando, principalmente, de microalgas presentes no ambiente marinho. *Crassostrea brasiliiana* é uma espécie de ostra nativa do litoral sergipano, que apresenta uma grande capacidade de adaptação, podendo ser encontrada em substratos duros (rochas e raízes) e em diferentes condições ambientais. É abundante no litoral sergipano e a facilidade de captura torna a exploração mais frequente, com importância econômica e social para a região.

A espécie *Crassostrea brasiliiana* pode apresentar, simultaneamente, indivíduos machos, fêmeas e hermafroditas. A predominância de um determinado sexo dentro de uma mesma população está relacionada a variação de salinidade. Os representantes dessa espécie desovam durante todo o ano, sendo que a maior taxa de desova ocorre de dezembro a maio. Esse processo é estimulado, naturalmente, por meio do aumento da temperatura. A maturação dos indivíduos ocorre, normalmente, quando atingem aproximadamente 20 mm de comprimento. O desenvolvimento da espécie inclui quatro fases larvais: trocófora, larva D, umbo e pedivéliger. A duração do período larval ocorre entre 20 a 22 dias no plâncton (GOMES, 2009; AMARAL, 2010).

Nascimento e Araújo (2007) realizaram estudo relacionado ao aspecto socioeconômico das comunidades de Sambaíba e Quilômetro, localizadas no município de Camocim, Ceará. Constatam que as comunidades apresentavam diferenças marcantes em termos de qualidade de vida, principalmente determinadas pela condição de infraestrutura nas comunidades e proximidade à sede do município. Em geral, o extrativismo de ostra mostrou-se pouco expressivo como fonte de renda para as comunidades mencionadas.

Nishida et al. (2008) caracterizaram o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos de comunidades situadas às margens dos estuários do rio Paraíba do Norte. Verificou-se que o quadro socioeconômico revela uma situação de miséria e de abandono a que está submetida essa população marginal. O analfabetismo e o elevado número de membros da família são frequentes, a ausência de saneamento e de coleta de lixo contribui para que os catadores despejem diretamente os dejetos e o

próprio lixo no seu ambiente de trabalho, comprometendo o manguezal e colocando em risco sua qualidade ambiental e o seu meio de vida.

Seavey et al. (2011) estudaram as mudanças nos bancos de ostras ao longo da região Big Bend da Costa do Golfo na Flórida. Nessa avaliação observam as tendências no habitat da ostra ao longo dessa região entre 1982 e 2011, examinando mudanças em extensão e a distância entre os bancos de ostras. Verificaram uma redução de área de 66%, com consequente diminuição nos estoques de ostras, comprometendo assim a renda familiar e a fonte de alimento das comunidades litorâneas que dependem desse marisco para sua subsistência.

Freitas et al. (2012) fizeram levantamento do perfil socioeconômico referente à comunidade de Barra Grande, situada no município de Cajueiro da Praia, Piauí. Constatam que o molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* é caracterizado por ser um importante recurso para a subsistência, sendo o mais coletado pela comunidade, seguido da *Mytella charruana* (sururu), explorado para a comercialização por ter o maior valor de mercado. Os autores ainda ressaltaram a relevância da criação de uma Associação exclusiva e Cooperativa para as marisqueiras com a finalidade de valorização do seu trabalho.

Daltro (2013) delimitou o perfil dos pescadores e marisqueiros do município de São Francisco do Conde e analisou a qualidade microbiológica de ostras (*Crassostrea* sp.), sururu *in natura* e sururu processado (*Mytella guyanensis*) extraídos do estuário do rio Subaé. Concluiu que os moluscos analisados apresentam baixa qualidade microbiológica, podendo servir de veículos para surtos doenças alimentares, o que foi preocupante, visto que a atividade de mariscagem serve de fonte de renda para muitas pessoas da comunidade.

Deason et al. (2014) realizaram um estudo sobre a relevância do extrativismo de ostras para as comunidades localizadas no sudeste dos Estados Unidos. Contudo, os dados mostraram-se preocupantes devido ao desenvolvimento costeiro, sobrepesca e mudanças climáticas, que estão ameaçando essa atividade e o modo de vida nessas comunidades. Ainda, chamam atenção para a necessidade de implementação de políticas públicas que possam auxiliar no fortalecimento socioeconômico e ambiental da mariscagem sustentável na área estudada.

Santos e Evangelista-Barreto (2017) descreveram o perfil socioeconômico das marisqueiras e produtores de ostras nos municípios de Valença e Taperoá, Bahia. A partir dos resultados, constatam que os produtores e marisqueiras vivem em condições precárias de moradia e possuem baixo nível de escolaridade, ocorrendo à necessidade de uma organização da cadeia produtiva de



moluscos bivalves, uma vez que a baixa renda das marisqueiras é uma resposta à falta de agregação de valor ao produto e à atuação de atravessadores.

Em Mem de Sá e Tinharé, os mariscos (ostras) extraídos do manguezal pelas catadoras são relevantes na pesca artesanal em Sergipe por contribuírem para o enriquecimento da alimentação das comunidades litorâneas e também por apresentarem papel importante na economia. De acordo com Nishida et al. (2008), por meio do levantamento do perfil socioeconômico das comunidades ribeirinhas é possível contribuir com informações relevantes para caracterizar o contexto em que se dá a atividade de mariscagem nas áreas estuarinas.

O presente estudo teve por objetivo caracterizar o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades de Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão), situadas às margens do estuário do rio Vaza-Barris, bem como compreender melhor as condições de vida das famílias e sua relação com o manguezal como fonte de renda e alimentos, especialmente no tocante à coleta de ostras do gênero *Crassostrea*. Além disso, a presente pesquisa pode servir como subsídio para o desenvolvimento de novos estudos e projetos relacionados às comunidades tradicionais e mariscagem, e aos aspectos socioeconômicos e ambientais.

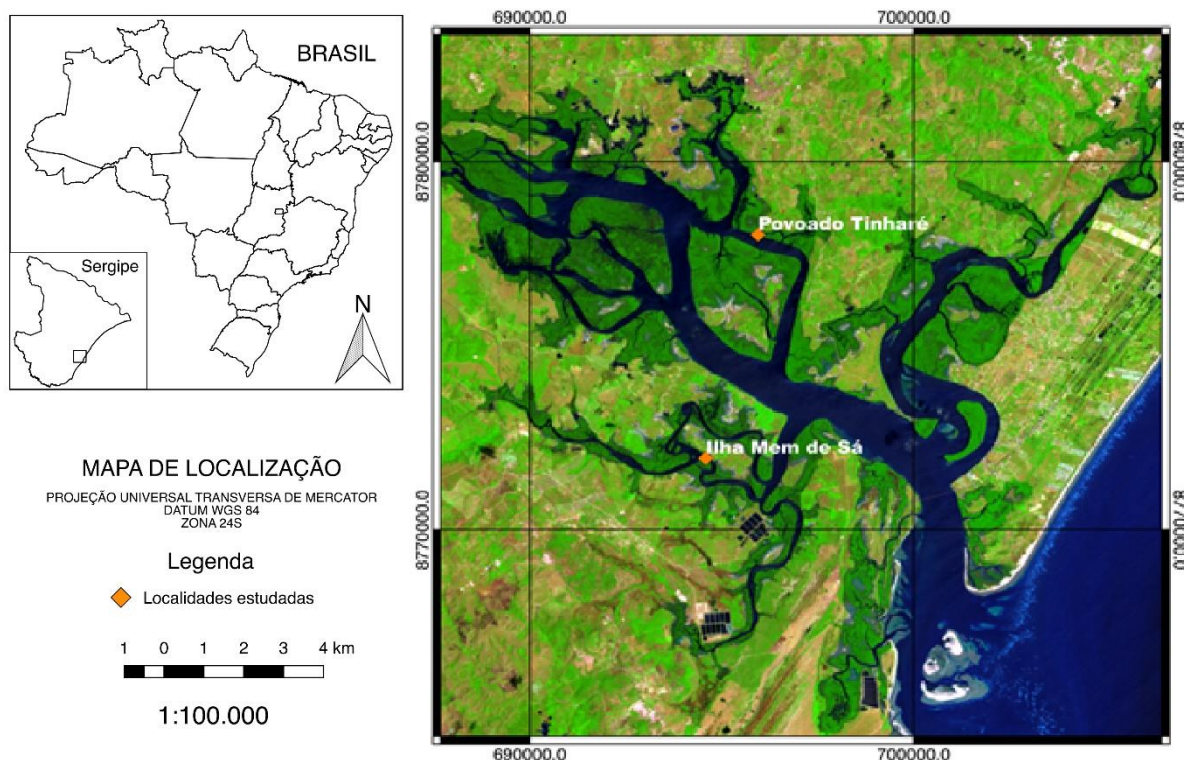
## **5.2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.2.1. Área de estudo**

As comunidades estudadas pertencem aos povoados Mem de Sá e Tinharé, localizados nos municípios de Itaporanga D'Ajuda e São Cristóvão, respectivamente (Figura 5.1). Mem de Sá situa-se em uma ilha fluvial presente no estuário do rio Vaza-Barris (11°29'26"S e 06°46"W), a aproximadamente 23km da sede do município de Itaporanga D'Ajuda e a 53km de Aracaju, capital do estado de Sergipe (ARAGÃO et al., 2010). De acordo com Curado et al. (2009), a ilha foi povoada por três famílias que ao longo do tempo estabeleceram uma íntima relação com o meio ambiente circundante (restinga e mangue), fazendo da pesca e da mariscagem relevantes atividades econômicas, bem como o cultivo da mandioca e o aproveitamento do coco (CURADO et al., 2009; ARAGÃO et al., 2011; SANTOS et al., 2013). Apresenta uma população que corresponde a cerca de 375 habitantes (75 famílias). Essa ilha encontra-se inserida em uma área de preservação ambiental (APA) do Litoral Sul do estado de Sergipe, a qual se relaciona à proteção e conservação da fauna e flora, assim como dos atributos estéticos e culturais presentes, relevantes para a qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais.

Tinharé é um povoado pequeno e pacato, situado a 6km do Centro Histórico de São Cristóvão. Inserido na área de estuário, encontra-se nas proximidades da foz do rio Vaza-Barris, e sua vegetação predominante é o mangue. A população é de aproximadamente 550 habitantes. Este povoado conta com um cemitério, duas igrejas, uma católica e outra evangélica. A única escola presente no povoado foi desativada recentemente; com isso, os moradores frequentam a escola mais próxima, que está localizada no povoado Pedreiras, ou se deslocam até a sede da cidade. O povoado não tem posto de saúde, porém, na sede da associação de moradores, localizada no povoado, há um consultório; a cada 15 dias um médico vai até o consultório para atender os moradores. Tinharé conta também com um centro comunitário onde são realizados os festejos da comunidade. Grande parte dos moradores são pescadores, que exercem essa atividade tanto para o consumo da própria família como para comercialização. Outras atividades também são desenvolvidas no povoado, como atividades agrícolas, com pequenas roças de cultivo de mandioca, macaxeira, feijão, milho, batata, inhame, entre outros, e criação de animais (aves e bovinos).

Figura 5.1- Área estuarina do rio Vaza-Barris. Em destaque as comunidades pesquisadas: Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão), Sergipe.



Fonte: CPRM, EarthExplorer.

O complexo constituído pelo estuário e o manguezal adjacente do rio Vaza-Barris apresenta uma fauna e flora adaptada, com muitos organismos que têm esses ambientes como hábitat

permanente ou temporário. Muitas espécies de animais, além de apresentar relevância ecológica, também são capturadas pela população ribeirinha para consumo e comercialização. Na área de estudo, a fauna destaca-se por apresentar uma maior diversidade de peixes, moluscos e crustáceos. Dentre as espécies de moluscos, a ostra *C. brasiliana* tem chamado atenção no litoral sergipano, pois além de apresentar relevância ecológica, a mesma representa um importante recurso nutricional e econômico para as comunidades costeiras, principalmente em Mem de Sá e Tinhaaré.

A vegetação que compõe o manguezal vem sendo bastante explorada, principalmente as árvores, que constituem complementos básicos na construção das moradias e artefatos de pesca pelos ribeirinhos. Diante disso, Carvalho e Fontes (2007) chamaram atenção de outras atividades antrópicas presentes no manguezal do Vaza-Barris, como a existência de viveiros e tanques para o cultivo de camarão nas franjas do manguezal, e desmatamentos ao longo das margens e no interior das ilhas, as quais estão relacionadas com os empreendimentos imobiliários e algumas locações da Petrobras.

### **5.2.2. Coleta dos dados**

Após o levantamento bibliográfico, foram realizadas viagens por terra e em embarcações a motor ao longo do estuário do rio Vaza-Barris, com o intuito de conhecer as comunidades de Mem de Sá (Figura 5.2A a D) e Tinhaaré (Figura 5.3) que exercem a atividade de mariscagem, e suas lideranças. A fim de obter informações que permitissem identificar o perfil socioeconômico da população de catadores de moluscos dessas comunidades, foi realizada a aplicação de questionários semiestruturados a um grupo de marisqueiros do povoado Mem de Sá (n=10), em Itaporanga D'Ajuda, e Tinhaaré (n=14), em São Cristóvão. O método utilizado foi “Bola de Neve” (*Snowball*), no qual os informantes (marisqueiros) foram entrevistados e convidados a indicar novos possíveis informantes para a pesquisa (BERNARD, 1995). Esse método permitiu localizar indivíduos com perfil necessário para o estudo, ou seja, que vivem exclusivamente da catação de moluscos e que têm sua renda complementada com a venda desse recurso. Para melhor compreender as condições socioeconômicas das comunidades estudadas, foram considerados dados relacionados aos aspectos demográficos, sociais, econômicos e sobre o extrativismo da ostra.



Figura 5.2- Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe. **A e B.** Vista do estuário do Vaza-Barris e do ecossistema manguezal; **C e D.** Vista da comunidade no povoado Mem de Sá.



Foto: Josevânia de Oliveira, 2016.

Figura 5.3- Vista do estuário do Vaza-Barris e do ecossistema manguezal, povoado Tinharé, São Cristóvão, Sergipe (maio/2017).



Foto: Josevânia de Oliveira, 2017.

Os aspectos demográficos referem-se à caracterização do entrevistado, tendo em vista os seguintes parâmetros demográficos: sexo, idade, raça, número de filhos. Os indicadores sociais

estão relacionados ao nível de escolaridade, condição da residência, tempo que residem na área, fonte de abastecimento de água e coleta de lixo. Os indicadores econômicos consistem na identificação das atividades geradoras de renda, a renda média familiar, e as transferências governamentais recebidas pelas famílias. As informações levantadas sobre o extrativismo de ostras restringiram-se a conhecer o tempo de mariscagem, consumo de ostra, dias por semana que coletam, quantidade de horas por dia que realizam a coleta, destino, mudanças na quantidade, tamanho e qualidade da ostra, proximidade dos bancos de ostra com fontes poluidoras e se o rio Vaza-Barris é poluído.

Devido à falta de uma base de dados que contenha informações sobre o quantitativo de habitantes de Mem de Sá e Tinhaaré que exercem a atividade de mariscagem, torna-se difícil estabelecer, para fins de tamanho amostral, a verdadeira população de marisqueiros dessas comunidades. Um dos fatores que contribuem para a dificuldade na identificação do total de marisqueiros está no baixo número de vínculos cadastrais na associação de pescadores, tendo em vista que muitos indivíduos que atuam na mariscagem não possuem capacidade financeira para pagar continuamente a taxa mensal da associação, e a falta de pagamento implica no cancelamento do cadastro.

No primeiro momento da pesquisa, em agosto de 2016, os questionários foram aplicados a 10 marisqueiros da comunidade Mem de Sá (Figura 5.4), em Itaporanga D'Ajuda, Sergipe. Em um segundo momento, maio de 2017, os questionários foram aplicados a 14 marisqueiros residentes no povoado Tinhaaré (Figura 5.5), em São Cristóvão, Sergipe. O questionário (Anexo I) contém tópicos referentes à faixa etária, grau de escolaridade, coleta de lixo, renda familiar, tempo que reside na área, atividade de mariscagem, consumo e destino da ostra, fontes poluidoras, entre outros.

A identificação dos participantes da pesquisa foi mantida em sigilo, com a finalidade de assegurar o anonimato e a confidencialidade das informações obtidas. Além disso, antes da aplicação do questionário foi explicado e esclarecido para os participantes a finalidade da pesquisa. A partir das informações obtidas foi criado um banco de dados, o qual foi analisado e apresentado em tabelas de frequência.



Figura 5.4- Aplicação dos questionários aos marisqueiros e/ou pescadores da comunidade Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe (agosto/2016).



Foto: Josevânia de Oliveira, 2016.

Figura 5.5- Aplicação dos questionários aos marisqueiros da comunidade Tinhaaré, São Cristóvão, Sergipe (maio/2017).



Foto: Josevânia de Oliveira, 2017.

Um dos pontos relevantes na composição amostral foi a participação de apenas adultos como respondentes, com a exclusão de crianças e idosos acima de 60 anos. Isso foi devido ao método “Bola de Neve”: como os primeiros indivíduos participantes da amostra de cada comunidade foram adultos, o procedimento de cadeia de referências resultou na indicação de indivíduos na faixa etária entre 20 e 60 anos ao longo das redes que compõem as duas amostras. Porém, verificou-se que muitos dos indivíduos respondentes possuem filhos abaixo dos 20 anos que auxiliam na atividade de mariscagem, ou parentes acima de 60 anos que contribuem indiretamente. Em todo caso, a amostra é válida para a população adulta de marisqueiros de ambas as comunidades.

### **5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através das análises dos dados, observou-se a importância da exploração dos moluscos para a sobrevivência das pessoas residentes em áreas próximas ao manguezal, como em Mem de Sá e Tinharé, visto que grande parte dos indivíduos sobrevive direta ou indiretamente da coleta desses organismos. Além disso, os dados relacionados aos aspectos socioeconômicos permitiram compreender as condições de vida desses atores sociais. A apreciação dos indicadores socioeconômicos foi feita para cada uma das comunidades separadamente, com a finalidade de comparar posteriormente essas duas comunidades. Com base nestas informações, procurou-se inferir sobre o nível da qualidade de vida das comunidades e sua dependência do extrativismo de ostras. A partir dos dados obtidos nas duas comunidades, verificou-se semelhança no tocante a algumas variáveis, como: renda familiar, escolaridade, horas por dia e dias por semana que praticam a mariscagem, e alterações no tamanho e qualidade da ostra.

Em relação ao gênero, do total de entrevistados (Tabela 5.1) foram sete mulheres (70%) e três homens (30%) na comunidade Mem de Sá e 11 mulheres (78,6%) e três homens (21,4%) no povoado Tinharé. Segundo Dias et al. (2007), a mariscagem é basicamente realizada por mulheres, caracterizada como uma atividade que permite a realização simultânea do serviço doméstico. Para Aragão et al. (2010), na Ilha Mem de Sá existem relações e divisões sociais bem definidas: a pesca apresenta-se como atividade tipicamente masculina e a mariscagem como uma atividade predominante das mulheres, assemelhando-se com o que ocorre na comunidade de Tinharé. Os autores ainda relatam que coube às mulheres, no passar dos anos, o papel de marisqueiras, que

dominam junto com seus filhos as margens das regiões estuarinas ou dentro dos manguezais, com a coleta de ostra.<sup>6</sup>

Tabela 5.1- Dados socioeconômicos de marisqueiros das comunidades Mem de Sá (2016), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe.

Variáveis	Mem de Sá		Tinharé	
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
<b>Sexo</b>				
Feminino	7	70%	11	78,6%
Masculino	3	30%	3	21,4%
Total	10	100%	14	100%
<b>Faixa etária</b>				
20 anos	2	20%	1	7,1%
Entre 21 e 30 anos	3	30%	2	14,3%
Acima de 31 anos	5	50%	11	78,6%
Total	10	100%	14	100%
<b>Raça</b>				
Amarela	0	0%	1	7,1%
Parda	10	100%	13	92,9%
Total	10	100%	14	100%
<b>Nível de escolaridade</b>				
Analfabeto	1	10%	4	28,6%
Alfabetizado	4	40%	3	21,4%
Ensino fundamental incompleto	5	50%	7	50%
Total	10	100%	14	100%
<b>Possuem filhos</b>				
Sim	8	80%	12	85,7%
Não	2	20%	2	14,3%

<sup>6</sup> Vale ressaltar que a quantidade de homens e mulheres da amostra não foi escolhida intencionalmente durante a aplicação do questionário, mas sim seguido o método “Bola de Neve”, em que há uma cadeia de referência até que se chegue em um ponto de saturação da rede.



Total	10	100%	14	100%
<b>Número de filhos</b>				
<2 filhos	3	30%	5	35,7%
Entre 3 e 5	5	50%	5	35,7%
Acima de 6	2	20%	4	28,6%
Total	10	100%	14	100%
<b>Tempo que reside na área</b>				
Até 2 anos	0	0%	0	0%
Entre 2 e 4 anos	0	0%	0	0%
Acima de 5 anos	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%
<b>Renda familiar</b>				
Até 1 salário mínimo	10	100%	14	100%
Entre 2 e 3 salários mínimos	0	0%	0	0%
Acima de 3 salários mínimos	0	0%	0	0%
Total	10	100%	14	100%
<b>Cadastro em associação</b>				
Sim	10	100%	10	71,4%
Não	0	0%	4	28,6%
Total	10	100%	14	100%

---

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

A faixa etária variou entre 20 a 56 anos em Mem de Sá e de 20 a 60 anos em Tinhaaré, com predominância acima de 31 anos em ambas as comunidades (Tabela 5.1). De acordo com Evangelista-Barreto et al. (2014), essa atividade não é atrativa para os jovens, principalmente em locais próximos a grandes centros urbanos, onde a oferta de emprego e renda tende a ser maior. Além disso, esses autores afirmam que essa realidade é comum nos diferentes estados brasileiros.

Em relação à raça, todos os entrevistados da comunidade Mem de Sá se identificaram como pardos, sendo similar para Tinhaaré, visto que do total de 14 entrevistados apenas um se reconheceu como amarela (Tabela 5.1). É um resultado diferente do que foi registrado por Castilho-Westphal (2012) para a comunidade de Baía de Guaratuba, litoral do estado do Paraná, onde foi observado

predomínio de indivíduos de cor branca e uma porcentagem menor de pardos dentro do número de extratores de ostra pesquisados.

Com relação ao grau de escolaridade em Mem de Sá, todos os homens declararam ser alfabetizados, e as mulheres não concluíram o nível fundamental, com exceção de uma que não foi alfabetizada. Isso foi diferente do observado para Tinhaaré, onde dois homens declararam ser alfabetizados e um apresentou o ensino fundamental incompleto; para as mulheres, quatro não foram alfabetizadas, uma foi alfabetizada e seis têm o ensino fundamental incompleto (Tabela 5.1). Durante a aplicação dos questionários na primeira comunidade, os moradores relataram as dificuldades para se chegar até a escola de Itaporanga D'Ajuda, tanto ao tempo quanto ao transporte fluvial, pois na comunidade só há uma escola que ensina até o 4º ano. Na segunda comunidade, os pesquisados citaram a falta de tempo aliada à necessidade de ajudar aos pais na renda familiar, principalmente na realização da mariscagem, já que os filhos acompanham seus pais nessa atividade. Confrontando esses dados com aqueles obtidos por Monteles et al. (2009), para as marisqueiras do município de Raposa (Maranhão), notou-se semelhança, pois também foi constatado baixa escolaridade, sendo grande parte deles analfabetos ou com ensino fundamental incompleto. Santos (2005) chamou atenção para um aspecto relevante, a falta de tempo associada à incompatibilidade entre o horário de trabalho e estudo, dificultando que os marisqueiros e/ou pescadores frequentem cursos regulares nas escolas locais.

Grande parte dos entrevistados tanto em Mem de Sá quanto em Tinhaaré tem filhos, sendo que na primeira somente 20% não têm e na segunda 14,3% (Tabela 5.1). Em relação à taxa de natalidade, o número de filhos variou de zero a sete por marisqueira na ilha Mem de Sá, e em Tinhaaré de zero a dez, sendo semelhante aos registrados por Freitas et al. (2012) para a comunidade de Barra Grande, município de Cajueiro da Praia, Piauí, que variou de zero até 12 filhos. Apesar das dificuldades (social e econômica) apresentadas pelos pesquisados da Ilha Mem de Sá, os mesmos relataram que gostam de viver lá e que são felizes, a tranquilidade e segurança para seus filhos são fatores relevantes que os fazem permanecer vivendo na ilha.

Todos residem há muito tempo na área e muitos nasceram na Ilha Mem de Sá. Em Tinhaaré, a situação não é diferente, pois todos os pesquisados nasceram ou chegaram ao povoado ainda criança (Tabela 5.1). Mamede (2012) averiguou que grande parte das marisqueiras de Candeias (Bahia) residem na comunidade há um período de 19 a 30 anos, e muitos nasceram e vivem lá até hoje. Além disso, grande parte das marisqueiras tem longo tempo de exercício, e isso se deve ao início precoce da atividade: não raramente começam a aprendizagem do ofício desde a infância, herdando a maioria os valores dos seus pais.

Como pode ser observado na tabela 1, todos os entrevistados (Mem de Sá e Tinharé) apresentaram renda familiar mensal de até um salário mínimo. Embora, grande parte dos entrevistados viva da extração de moluscos, a maioria apresentou renda mensal inferior ou igual a um salário mínimo. Segundo Furtado et al. (2006), mesmo com a baixa remuneração, a coleta de moluscos realizada em manguezais ainda é considerada a segunda maior fonte de renda das comunidades ribeirinhas. De acordo com Castilho-Westphal (2012), a mariscagem muitas vezes é a principal fonte de renda das famílias envolvidas, ou complementar à renda oriunda de atividades assalariadas.

Todos os entrevistados de Mem de Sá têm cadastro na associação e recebem algum tipo de benefício do governo, como por exemplo, a bolsa família e seguro defeso. Já em Tinharé, 71,4% têm cadastro na associação e 28,6% não têm; esses últimos relataram a falta de dinheiro para manter o pagamento da taxa mensal que é cobrada pela associação (R\$ 5,00 por mês), e por isso tiveram seus cadastros cancelados, ficando assim sem receber o seguro defeso (Tabela 5.1). Além disso, alguns moradores de Tinharé mencionaram o atraso em relação ao pagamento do seguro defeso e muitas vezes ficam sem alternativa de renda, recebendo apenas, em algumas situações, a bolsa família. De acordo com Cavalcante (2011), essas informações são semelhantes às registradas para a comunidade de Canavieiras, Bahia, pois os pescadores, bem como as marisqueiras, recebem bolsa família, e o seguro defeso é outro benefício para fomentar a instrução de seus filhos. Segundo Maia (2009), seguro defeso refere-se a uma ajuda financeira temporária fornecida aos pescadores profissionais artesanais que, na época do “defeso”, são forçados a interromper a sua atividade para manutenção das espécies. O seguro defeso tem valor de um salário mínimo.

Em Mem de Sá, a água utilizada nos domicílios (Tabela 5.2) é proveniente de rede de distribuição da Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso). Porém, os moradores chamaram atenção para a baixa qualidade da água, ressaltando que eles não bebem dessa água, apenas utilizam para uso geral. No povoado Tinharé, todos os entrevistados utilizam água proveniente de poços artesiano (Tabela 5.2). Curado et al. (2009) enfatizaram que a água que chega em Mem de Sá não é suficiente para o abastecimento permanente de todas as moradias. Isso é diferente do que foi observado por Cavalcante (2011) na sede da comunidade da Reserva Extrativista de Canavieiras, Bahia, onde grande parte dos entrevistados relataram que têm acesso à água potável e tratada, ao contrário do que ocorre nas comunidades mais distantes da sede, que não têm essa oferta de serviço. Além disso, esses moradores abrem poços artesanais para captar água para as necessidades domésticas, como ocorre em Tinharé. Muitas vezes esses poços localizam-se nos quintais de suas casas, e próximos às fossas, tornando a água imprópria para o uso doméstico.

Tabela 5.2 - Dados socioeconômicos relacionados às condições de moradia dos marisqueiros da comunidade Mem de Sá (2016), Itaporanga D'Ajuda, e Tinhaaré (2017), São Cristóvão, Sergipe.

Variáveis	Mem de Sá		Tinhaaré	
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
<b>Abastecimento de água</b>				
Água encanada	7	70%	0	0%
Corpos d'água (rios)	1	10%	0	0%
Poços ou cisternas	2	20%	14	100%
Total	10	100%	14	100%
<b>Coleta de lixo</b>				
Coleta Pública	10	100%	8	57,1%
Queima	0	0%	6	42,9%
Total	10	100%	14	100%

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

Com relação ao lixo domiciliar, os moradores de Mem de Sá levam o lixo para um ponto de coleta na ilha, onde é recolhido pelo serviço de coleta da prefeitura local; essa atividade ocorre uma vez por semana (Tabela 5.2). Em Tinhaaré, 57,1% dos pesquisados têm o seu lixo coletado duas vezes por semana pelo serviço de coleta da prefeitura local (esse serviço ocorre apenas nas principais estradas do povoado), enquanto que 42,9% queima seu lixo ou descarta em cisternas abandonadas (Tabela 4.2). Os dados relacionados ao lixo se assemelham às informações obtidas por Freitas et al. (2012) para a comunidade de Barra Grande (Piauí), visto que grande parte dos residentes dessa comunidade utilizam-se da coleta pública, alguns deixam seu lixo a céu aberto, e um baixo número queima ou enterra o lixo doméstico. Lopes e Guedes (2013) verificaram que, na comunidade de Macaíba (Rio Grande do Norte), 60% dos entrevistados responderam que o lixo é coletado pela prefeitura, 20% revelaram que descartam o lixo a céu aberto, próximo às suas casas, e os demais queimam ou enterram o lixo em seus quintais, ficando expostos a agentes infecciosos.

Os entrevistados residem em Mem de Sá há mais de cinco anos, visto que grande parte nasceu e permanece na ilha até o presente momento. O mesmo foi observado para a comunidade de Tinhaaré (Tabela 5.3). Todos os entrevistados (Mem de Sá e Tinhaaré) realizam atividade de mariscagem há mais de cinco anos no estuário do rio Vaza-Barris. Muitos ressaltaram que desde criança acompanhavam seus pais neste tipo de atividade. Isso se assemelha ao observado por Monteles et al. (2009) no município de Raposa, Maranhão, pois a maioria dos marisqueiros

afirmaram exercer a mariscagem há muitos anos e que iniciaram ajudando seus pais quando crianças.

Dentre os 10 entrevistados em Mem de Sá, seis mencionaram que consomem ostras quando não conseguem vender e quatro falaram que não consomem porque não gostam (Tabela 5.3). Já em Tinharé (Tabela 5.3), todos os pesquisados enfatizaram que consomem ostra e ainda relataram que gosta bastante do marisco e só não consomem mais porque é preciso vender para obter a renda familiar. Santos (2006) ressaltou que a ostra traz benefício à saúde humana, sendo rico em proteínas de alta qualidade e de rápida digestibilidade, bem como é rica em aminoácidos essenciais como a lisina e importante fonte de vitamina A e D. Além disso, contém tiamina e riboflavina; fonte de ferro, fósforo e cálcio, sendo o pescado marinho fonte de iodo, contendo, ainda, ácidos graxos necessários ao desenvolvimento do cérebro e do corpo humano. No estudo realizado por Mamede (2012), na comunidade Candeias, na Baía de Todos Santos (Bahia), foi verificado que poucas marisqueiras consomem ostra, e muitas vezes consomem porque não conseguem vender.

Referente à periodicidade da realização da atividade de mariscagem, grande parte dos entrevistados de Mem de Sá citou que coleta todos os dias da semana, com exceção dos homens que, quando surge outra atividade como, por exemplo, ajudante de pedreiro, deixam de ir para a coleta (Tabela 5.3). Em Tinharé, todos relataram que praticam a mariscagem todos os dias da semana, inclusive a maioria fica de três a quatro dias fora de casa, principalmente quando os pontos de coleta dos mariscos ficam distante do povoado. Durante esse tempo, os marisqueiros se abrigam em cabanas construídas com madeiras e palhas. Os dados aqui apresentados são semelhantes aos de Mamede (2012), visto que grande parte das marisqueiras na comunidade de Candeias (Bahia), praticam essa atividade pelo menos quatro dias na semana. Com relação ao tempo que passam na coleta, todos responderam que só voltam quando a maré enche, o que também foi observado por Mamede (2012), porém algumas marisqueiras de Candeias trabalham de domingo a domingo, ficando em torno de 90 horas/mês no manguezal.

No tocante ao destino das ostras coletadas (Tabela 5.3) em Mem de Sá, todos relataram que vendem diretamente a proprietários de bar e restaurante local, ou para compradores que chegam à ilha à procura do marisco. Diferentemente, em Tinharé (Tabela 5.3), grande parte (71,4%) dos marisqueiros vende em feira livre (São Cristóvão e Aracaju) e uma menor parte (28,6%) vende diretamente a comerciantes. Castilho-Westphal et al. (2014) constataram que na baía de Guaratuba, no Pará, as ostras coletadas foram vendidas diretamente para consumidores ou intermediários, visto que grande parte da extração da ostra é feita por encomenda. Além disso, o número de vendas aumenta no período de veraneio (dezembro e janeiro), já que o consumo de ostras está intimamente

relacionado ao turismo, uma vez que a grande maioria das pessoas que consome esse marisco o faz em restaurantes e não em casa.

Tabela 5.3 - Dados sobre a mariscagem em Mem de Sá (2016), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe.

Variáveis	Mem de Sá		Tinharé	
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
<b>Tempo de mariscagem</b>				
< 2 anos	0	0%	0	0%
Entre 2 e 4 anos	0	0%	0	0%
Acima de 5 anos	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%
<b>Consumo de ostra</b>				
Sim	6	60%	14	100%
Não	4	40%	0	0%
Total	10	100%	14	100%
<b>Dias por semana que coletam ostra</b>				
Até 2 dias	0	0%	0	0%
Entre 3 e 4 dias	0	0%	0	0%
Acima de 4 dias	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%
<b>Quantidade em horas/dias que mariscam</b>				
Até 2 horas	0	0%	0	0%
Entre 2 e 4 horas	0	0%	0	0%
Acima de 5 horas	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%
<b>Destino das ostras</b>				
Consumo próprio	0	0%	0	0%
Feira livre	0	0%	10	71,4%
Diretamente a compradores	10	100%	4	28,6%

Total	10	100%	14	100%
-------	----	------	----	------

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

Em relação às mudanças nos últimos dois anos na quantidade, tamanho, qualidade e alteração morfológica (formato ou aparência) da ostra, todos os entrevistados de Mem de Sá mencionaram não ter observado alterações (Tabela 5.4). Já os marisqueiros de Tinharé, dos 14 pesquisados, 10 relataram ter observado redução na quantidade de ostra, um citou ter percebido aumento e três não notaram alteração da quantidade nos últimos anos (Tabela 5.4). Em relação às outras variáveis, os mesmos não verificaram mudanças. Segundo Mamede (2012), alterações nos fatores ambientais, de origem natural ou provocada pela ação antrópica, pode causar mudanças na temperatura, salinidade e pH, interferindo, assim, diretamente no processo de crescimento e reprodução das ostras, bem como nas características morfológicas e até mesmo no sabor da carne desses organismos.

Tabela 5.4 - Dados sobre as ostras e a poluição do estuário do Vaza-Barris em Mem de Sá (2006), Itaporanga D'Ajuda, e Tinharé (2017), São Cristóvão, Sergipe.

Variáveis	Mem de Sá		Tinharé	
	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
<b>Mudanças na quantidade de ostra nos últimos dois anos</b>				
Aumento	0	0%	1	7,2%
Redução	0	0%	10	71,4%
Sem alteração	10	100%	3	21,4%
Total	10	100%	14	100%
<b>Mudanças no tamanho da ostra</b>				
Sim	0	0%	0	0%
Não	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%
<b>Mudanças na qualidade da ostra (sabor da carne)</b>				
Sim	0	0%	0	0%
Não	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%

**Alteração morfológica (formato ou aparência) da ostra**

Sim	0	0%	0	0%
Não	10	100%	14	100%
Total	10	100%	14	100%

**Proximidade com fonte poluidora**

Carcinicultura	10	100%	0	0%
Indústria	0	0%	0	0%
Agricultura	0	0%	0	0%
Área domiciliary	0	0%	14	100%
Total	10	100%	14	100%

**O rio Vaza-Barris é poluído**

Sim	0	0%	13	92,9%
Não	10	100%	1	17,1%
Total	10	100%	14	100%

---

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

Com respeito à proximidade com fontes poluidoras, em Mem de Sá (Tabela 5.4) a maioria mencionou a presença de empreendimentos de carcinicultura local, os principais impactos provocados por essa atividade podem ser constatados no Capítulo quatro. Para Carvalho e Fontes (2007), a carcinicultura deve ser desenvolvida de forma sustentável, seguindo normas de manejo adequadas tanto para instalação quanto para operação, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais e sociais. Além disso, os autores citam a necessidade do respeito, principalmente nas áreas onde as populações ribeirinhas tiram seu sustento, como é o caso da Ilha Mem de Sá. Em Tinharé os pesquisados frisaram a área domiciliar como possível fonte poluidora devido ao fato de não haver a coleta de lixo em alguns locais do povoado, e os moradores depositam o lixo em áreas próximas ao manguezal (Tabela 5.4). Lopes e Guedes (2013), em estudo realizado no município de Macaíba (RN), observaram que a comunidade estava consciente dos problemas ambientais que a cercam e dos danos que estes provocam no meio ambiente, o que foi comprovado quando afirmaram que os despejos de esgotos provenientes das residências e a deposição inadequada de lixo são responsáveis pela degradação do ecossistema.

Em relação à poluição do estuário do Vaza-Barris, todos os entrevistados na Ilha Mem de Sá acreditam que o rio não é poluído e ainda enfatizam ter a preocupação de cuidar bem do rio, pois é



através dele que obtêm seus alimentos (Tabela 5.4). Já na comunidade de Tinhaí, 92,9% dos entrevistados acreditam que o Vaza-Barris é poluído e ainda ressaltam que é perceptível a quantidade de lixo presente nas margens do rio (Tabela 5.4). Além disso, os marisqueiros se mostraram preocupados, pois têm receio que esse lixo possa prejudicar a saúde do rio e consequentemente diminuir o estoque pesqueiro natural. Os dados obtidos para Tinhaí assemelham-se aos apresentados por Dias e Guedes (2013) para o rio Jundiá (Rio Grande do Norte), em que 60% dos pesquisados responderam que sabiam que o rio estava sendo poluído, devido à grande quantidade de lixo às margens e também de esgotos sendo lançados no rio. Segundo Aragão e Melo e Souza (2011), mesmo a comunidade de Mem de Sá estando inserida nas dimensões da Área de Preservação Ambiental (APA) do Litoral Sul do estado de Sergipe, esse contexto pouco tem contribuído no melhoramento da qualidade de vida local e da preservação do ecossistema. Esses autores ainda ressaltam que a comunidade deve ficar atenta para a construção e implantação dos instrumentos de planejamento, com a finalidade de garantir a efetiva participação comunitária nas políticas ambientais que compreendem o litoral Sul de Sergipe, inclusive na área estuarina do Vaza-Barris. Castilho-Westphal (2012) também constatou, na comunidade da baía de Guaratuba (Paraná), a preocupação dos marisqueiros em relação ao ambiente e à qualidade das ostras coletadas, bem como a valorização do produto e a conquista do cliente que adquire seus produtos.

Nas duas comunidades estudadas os entrevistados descartam as conchas diretamente no manguezal, e isso pode trazer graves problemas para esse ecossistema e também para as comunidades. As conchas descartadas em terrenos baldios ou no manguezal podem contribuir para o surgimento de enfermidades, bem como o mau cheiro provocado pela matéria orgânica em decomposição. Contudo, o aproveitamento das conchas dos mariscos para confecção de artesanatos pode ser uma possibilidade para evitar o desperdício desse material, podendo ser uma fonte de renda alternativa para os marisqueiros, inclusive para aqueles com idade mais avançada ou com doenças que impeçam a permanência na atividade. Chierighin et al. (2011) chamaram atenção para a necessidade de adotar postura diferenciada para aos resíduos de conchas, com a finalidade de tornar a mariscagem uma atividade mais sustentável para o meio ambiente e para os próprios marisqueiros. Os autores ainda destacaram produtos que podem utilizar as conchas como fonte de carbonato de cálcio, como por exemplo, cal virgem, cal hidratada, carga em polímeros, bloco, adubos, pesticidas, rações, entre outros.

Os dados aqui coletados coincidem com os obtidos por Dias et al. (2007) para a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte). Na reserva, a mariscagem

também é realizada predominantemente por mulheres, e é praticada de 2 a 7 dias por semana. Além disso, os autores constatam que o conhecimento ecológico dos marisqueiros poderá auxiliar nas medidas de conservação, agregação de valor e beneficiamento do marisco, bem como na melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais dos manguezais. No estudo realizado por Monteles et al. (2009) para o município de Raposa (Maranhão), averiguou-se que a mariscagem é uma atividade realizada mais pelas mulheres, sendo que grande parte é analfabeta, semianalfabeta e apresentam renda inferior a um salário mínimo. Além do mais, uma significativa parcela sobrevive exclusivamente da cata de mariscos, e outra parcela tem nessa atividade apenas uma complementação em suas rendas. Comparando-se com os resultados obtidos por Evangelista-Barreto et al. (2014) para o município de São Francisco do Conde (Bahia), verificou-se que o perfil socioeconômico das marisqueiras se assemelham aos da Ilha Mem de Sá e do povoado Tinharé, principalmente em relação ao baixo nível de escolaridade e renda familiar, embora 68% dos entrevistados não tenham a pesca e/ou mariscagem como a única fonte de renda, diferentemente do que foi visto para Mem de Sá e Tinharé.

Confrontando-se ainda os dados obtidos para o perfil socioeconômico das comunidades Mem de Sá e Tinharé, observou-se semelhança com aqueles obtidos por Nishida et al. (2008) sobre os aspectos socioeconômico dos catadores de moluscos de comunidades situadas às margens dos estuários do rio Paraíba do Norte. Os autores se deparam com um quadro socioeconômico que revelou situação de miséria e de abandono a que está submetida essa população. Em Mem de Sá e Tinharé a situação não é diferente, nota-se a presença de casas rústicas e pequenas. O baixo grau de escolaridade, o elevado número de membros por família e a baixa renda familiar é uma constante, bem como a carência de programas e ações concretas e eficazes que contribuam para o melhoramento da qualidade de vida e das condições ambientais nessas comunidades. A inexistência de coleta de lixo frequente, principalmente em Tinharé, tem contribuído para que os próprios marisqueiros lancem lixo no manguezal ou em áreas próximas, comprometendo esse ecossistema, colocando em risco sua qualidade ambiental e o seu meio de vida.

#### **5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste estudo foram aplicados questionários nas comunidades Mem de Sá e Tinharé com a finalidade de identificar o quadro socioeconômico e compreender a importância da atividade de mariscagem como fonte de alimento e renda familiar para esses atores sociais. Diante disso, foi possível observar similaridade nas respostas dos pesquisados referente a algumas variáveis, como a predominância do gênero feminino, renda familiar, grau de escolaridade, número de filhos e coleta

de lixo. Também se notou que, em ambas as comunidades, a mariscagem é uma atividade realizada mais pelas mulheres e que os homens só participam quando não estão exercendo outra atividade. Além disso, verificou-se uma estreita relação entre as precárias condições de vida apresentadas pelas comunidades Mem de Sá e Tinharé, com o baixo nível de remuneração e escolaridade, associado à necessidade de realizar a mariscagem como principal fonte de renda familiar ou como complementação da mesma.

A presença de empreendimentos de carcinicultura no povoado Mem de Sá é preocupante, pois, dependendo do manejo adotado pelos proprietários dos viveiros de camarões podem causar danos ambientais graves no ecossistema estuarino do Vaza-Barris, inclusive alterar a quantidade e qualidade das ostras (Capítulo 4). Desta forma, é preciso uma fiscalização mais intensa nesses empreendimentos, para que se instalem e operem em consonância com a legislação vigente e de forma sustentável. Em relação aos impactos causados pelo descarte inadequado das conchas nas comunidades Mem de Sá e Tinharé, pode ser sugerido a confecção de artesanato. Além de trazer benefícios ambientais, seria uma forma de aumentar a renda familiar dessas pessoas, principalmente para aqueles indivíduos cujas condições físicas não permitem mais sua permanência na atividade de mariscagem.

Confrontando-se os dados obtidos para as duas comunidades, fica visível a importância da mariscagem, como principal fonte de renda e alimento dos marisqueiros entrevistados, mesmo apresentando baixa renda e condições precárias. Essa atividade faz parte da história dessas pessoas, a importância social dessa tradição passada de geração a geração. Além disso, a mariscagem tem contribuído com a economia das comunidades de Mem de Sá e Tinharé. Os dados socioeconômicos obtidos nesse estudo apontam para uma situação de baixa qualidade de vida dos moradores e das condições ambientais nessas comunidades.

Estudos relacionados à dinâmica da população e aos efeitos da sobrepesca dos moluscos, bem como o desenvolvimento de ações com os catadores, são necessários para que ocorra a regulamentação da atividade de catação de moluscos e o aprimoramento no conhecimento dos marisqueiros, visto que os estoques pesqueiros naturais têm diminuído nos últimos anos, conforme relatado pelos entrevistados do povoado Tinharé. Diante do exposto, faz-se necessário um intercâmbio de informações entre o poder público, a comunidade científica e as comunidades tradicionais, para que sejam desenvolvidos projetos e ações eficazes que tornem a mariscagem uma atividade socioeconômica mais sustentável e valorizada. Ademais, o capítulo seguinte também confeccionado na forma de artigo, será submetido ao **Marine Pollution Bulletin**, refere-se à avaliação no período de estiagem e chuvoso dos dados biométricos e das concentrações dos metais

Cu, Fe, Zn, Mn e Pb, nos tecidos de *Crassostrea brasiliana* em pontos localizados no manguezal do rio Vaza-Barris/SE.

### **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora; em especial ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS), pelo auxílio e apoio da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. B. O. **A inserção dos conjuntos residenciais do Programa de Arrendamento Residencial- PAR- na Zona de Expansão de Aracaju**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, p.56, 2008.
- AMARAL, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) do Atlântico Oeste**. Dissertação (Mestrado em Biociências), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, p.99, 2010.
- ARAGÃO, C. O. M; CURADO, F. F.; MELO E SOUZA, R. Relações socioambientais na comunidade pesqueira Mem de Sá, Sergipe. **Anais do V Encontro Nacional da Anppas** 4 a 7 de outubro de 2010, Florianópolis - Santa Catarina- Brasil. *Resumo Expandido* [serial on the Internet]. 2010 Jun [cited 2017 May 10]: 1-13. Available from: <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT12--265-20100830220543.pdf>.
- ARAGÃO, C. O. M.; MELO E SOUZA, R. O cotidiano da pesca artesanal na Ilha Mem de Sá-Itaporanga D'Ajuda. 1ª **Seminário Espaço Costeiro**, realizado por Grupo Costeiros. [serial on the Internet]. 2011 Jun [cited 2016 Dec 16]: 1:1-9. Available from: <http://www.costeiros.ufba.br/Semin%C3%A1rio/Eixo%201/ARAG%C3%83O,%20M.%20C.O,%20SOUSA,%20R.%20M.e%20O%20cotidiano%20da%20pesca%20artesanal%20na%20ilha%20Mem%20de%20S%C3%A1-Itaporanga%20d'Ajuda.PDF>.
- BERNARD, H. R. **Research methods in Antropology: qualitative and quantitative approaches**. 2. ed. Walnut Creek (EUA): Altamira Press, 1995.
- CARVALHO, M. E. S. **A questão hídrica na bacia sergipana do rio Vaza Barris**. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, p.377, 2010.
- CARVALHO, M. E. S. Vulnerabilidade hídrica na bacia sergipana do rio Vaza-Barris. **Raega**, n.25, p.186-217, 2012.
- CARVALHO, M. E.S.; FONTES A. L. A carcinicultura no espaço litorâneo sergipano. **Revista da Fapese**, v.3, n.1, p.87-112, 2007.
- CASTILHO-WESTPHAL, G. G. **Ecologia da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em manguezais da baía de Guaratuba-PR**. Tese (Doutorado em Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná, p.118, 2012.
- CASTILHO-WESTPHAL, G. G.; PONT, G.D.; HORODESKY, A.; OSTRENSKY, A. Comunidades ribeirinhas extrativistas e a exploração de bancos de ostras do mangue *Crassostrea* sp., na baía de Guaratuba - Paraná, Litoral Sul do Brasil. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.912-923, 2014.
- CAVALCANTE, A. L. A arte da pesca: análise socioeconômica da Reserva Extrativista de Canavieiras, Bahia. **Informe Gepec**, Toledo, v.17, n.2, p. 81-99, 2012.
- CHIERIGHINIA, D.; BRIDIB, R.; ROCHAC, A. A.; LAPAD, K. R. Possibilidades do Uso das Conchas de Moluscos. **3rd International Workshop**, São Paulo, Brazil, p.5, 2011.

CPRM. Estado de Sergipe. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Estado-de-Sergipe-395.html>>. Acesso em: 2 de abr. 2019.

CURADO, F. F.; SANTOS, T. B.; BRENO, A. C.; SOUZA JUNIOR, I. P.; OLIVEIRA, L. C. L.; RIBEIRO, I. M. Gestão Participativa para o Desenvolvimento Sustentável da Comunidade Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, p.215-217, 2009.

DALTRO, A. C. S. **Aspectos socioeconômicos e qualidade dos moluscos bivalves através do monitoramento microbiológico e genético**. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, p.117, 2013.

DEASON, G.; SEEKAMP, E.; BARBIERI, C. Perceived impacts of climate change, coastal development and policy on oyster harvesting in the Southeastern United States. **Marine Policy-Elsevier**, v.50, p.142–150, 2014.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiros da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v.1, n.1, p.25-35, 2007.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; DALTRO, A. C. S.; SILVA, I. P.; BERNARDES, F. S. Indicadores socioeconômicos e percepção ambiental de pescadores em São Francisco do Conde, Bahia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40 n.3, p.459-470, 2004.

FREITAS, S. T.; PAMPLIN, P. A. Z.; LEGAT, J.; FOGAÇA, F. H. S.; BARROS, R. F. M. Conhecimento tradicional das marisqueiras de Barra Grande, área de proteção ambiental do delta do rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade**, v.15, n.2, p.91-112, 2012.

FONSECA, S. M. M.; SILVA, A. P.; SANTOS, D. C. L. P.; LUTE, E. F. 2015. Ecoempreendedorismo e competências empreendedoras: O caso ecoempreendedor transformador de resíduos em riqueza. **Holos**, v.31, n.2, p.183-194, 2015.

FURTADO, L. G.; NASCIMENTO, I. H.; SANTANA, G.; MANESCHY, M. C. Formas de utilização de manguezais no litoral do estado do Pará: casos de Marapanim e São Caetano de Odivelas. **Amazônia - Ciência & Desenvolvimento**, v.1, n.2, p.113-128, 2006.

GOMES, C. H. A. M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, p.57, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. IBGE Cidade: [homepage on the Internet]. Brasil. updated 2015 Out 20; cited 2016 July 14]. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=28&search=sergipe>>. Acessado em: 13 de jul. de 2017.

LOPES, R. B.; GUEDES, J. A. Percepção Ambiental dos pescadores no município de Macaíba-RN. **Ateliê Geográfico**, v.7, n.3, p.149-163, 2013.

LIMA, G. F.; LOPES, R. L. Impactos ambientais dos resíduos gerados na pesca artesanal de moluscos bivalve no distrito de Patané/Aréz-RN. **Holos**, v.32, n.4, p.206-216, 2016.

Maciel MA 1991. **O manguezal em equilíbrio**. Porto Alegre: Artmed.

MAIA, M. B.R. **Do defeso ao seguro desemprego do pescador artesanal: a inclusão do pescador nas políticas públicas de seguridade social**. Dissertação (Mestrado em Sociologia), Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, p.94, 2009.

MAMEDE, T. C. A. **Biomonitoramento por *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1928) e percepção de risco socioambiental na Baía de Todos os Santos, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Bahia, p.120, 2012.

MELO, M. J. B. B. **As relações de gênero no trabalho e na organização social e política das mulheres marisqueiros da Ribeira na Paraíba**. Tese (Doutorado em Ciências Humanas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Santa Catarina, p.229, 2015.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, p. 206, 2002.

MONTELES, J. S.; CASTRO, T. C. S.; VIANA, D. C. P.; CONCEIÇÃO, F. S.; FRANÇA, V. L.; FUNO, I. C. S. A. Percepção socio-ambiental das marisqueiras no município de Raposa, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.4, n.2, p.34-45, 2009.

NASCIMENTO, S. C. O.; ARAÚJO, R. C. P. Diagnóstico socioeconômico de duas comunidades ribeirinhas do rio Coreaú, estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.2, n.3, p.69-78.

NISHIDA, A. K. **Catadores de moluscos do litoral Paraibano. Estratégias de subsistência e formas de percepção da natureza**. São Carlos, SP. Tese (Doutorado em Pesca), Programa de Pós-Graduação em Pesca, Universidade Federal de Santa Catarina, p.143, 2000.

NISHIDA, A.K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.207-215, 2008.

NÚCLEO DE APOIO À PESQUISA SOBRE POPULAÇÕES HUMANAS EM ÁREAS ÚMIDAS BRASILEIRAS (NUPAUB). **Comunidades Litorâneas e os Manguezais do Brasil**. São Paulo, Ed. NUPAUB, 1991.

SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, L. C. L.; CURADO, F. F.; AMORIM, L. O. Caracterização e desenvolvimento de quintais produtivos agroecológicos na comunidade Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda-Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.2, p.100-111, 2013.

SANTOS, C. A. M. L. A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos. **Anais do Simpósio de Controle do Pescado**, Rio de Janeiro, 6 pp.[serial on the Internet]. 2006. Disponível em <[http://www.pesca.sp.gov.br/qualidade\\_pescado.pdf](http://www.pesca.sp.gov.br/qualidade_pescado.pdf)>. Acessado em: 23 de out. 2017.

SANTOS, D. C. L. P.; LEITE, E. F.; SILVA, C. M.; FONSECA, S. M. M. Empreendedorismo sustentável: perfil dos produtores da Feira Agroecológica da Orla de Olinda-PE. **Holos**, v.2, p.1807:600, 2013.

SANTOS, S. S.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; BARRETO, L. M. Cadeia produtiva de ostras no Baixo Sul da Bahia: um olhar socioeconômico, de saúde pública, ambiental e produtivo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.5, n.1, p.10-21 2017.

SANTOS, M. A. S. A cadeia produtiva da pesca artesanal no estado do Pará: estudo de caso no nordeste paraense. Amazônia: **Ciência e Desenvolvimento**, v.1, n.1, p.61-81, 2005.

SEAVEY, J. R.; PINE, W. E.; FREDERICK, P.; STURMER, L.; BERRIGAN, M. Decadal changes in oyster reefs in the Big Bend of Florida's Gulf Coast. **Ecosphere**, v.2, n.10, p.1-14, 2011.

VANNUCCI, M. **Os Manguezais e nós: uma síntese de percepções**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p.233, 1999.

VASCO, N. A.; MELLO JÚNIOR, A.V.; SANTOS, A. C. A. D. A. S.; RIBEIRO, D. O.; TAVARES, E. D.; NOGUEIRA, L. C. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. **Scientia Plena**, v.6, n.9, p.1-10, 2010.

VASCONCELOS, L. C.; ARANHA, M. L. M.; LIMA, S. V. N. Trabalho, meio ambiente e saúde em comunidades marisqueiros de Sergipe. **Anais do VI Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"**, São Cristóvão, Sergipe, 2012.



## **CAPÍTULO 6**

### **BIOCONCENTRAÇÃO DE METAIS (Cu, Fe, Zn, Mn e Pb) EM OSTRAS *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) NATIVA DO MANGUEZAL DO VAZA-BARRIS, SERGIPE**

## 6. BIOCONCENTRAÇÃO DE METAIS (Cu, Fe, Zn, Mn e Pb) EM OSTRAS *Crassostrea brasiliensis* (Lamarck, 1819) NATIVA DO MANGUEZAL DO VAZA-BARRIS, SERGIPE<sup>7</sup>

Josevânia de Oliveira

Rosemeri Melo e Souza

Edilma de Jesus Andrade

**Resumo:** O objetivo principal deste trabalho consiste em avaliar as concentrações de metais cobre, ferro, zinco, manganês e chumbo nos tecidos de *Crassostrea brasiliensis* no manguezal do rio Vaza-Barris/SE. Foram realizadas duas coletas (período de estiagem e chuvoso) em cinco pontos. A análise dos metais nas ostras foi realizada no Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe. As seguintes concentrações foram obtidas para o período de estiagem: Zn (19,90mg/kg), Fe (7,05mg/kg), Cu (1,46mg/kg), Mn (0,62mg/kg) e o Pb (0,00mg/kg); e para o período chuvoso: Zn (24,20mg/kg), Fe (9,77mg/kg), Pb (1,03mg/kg), Cu (1,0mg/kg) e Mn (0,91mg/kg). O cobre apresentou teores mais elevados na estação de estiagem e foi o único metal que se encontrou dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Os demais elementos revelaram teores maiores no período chuvoso, o que pode representar risco ao ambiente e ao ser humano. Os resultados sugerem que é necessário o estabelecimento de medidas para o acompanhamento físico, químico e microbiológico do ambiente de origem dessas ostras, bem como a criação de legislação específica sobre as concentrações desses metais nas mesmas.

**Palavras-chaves:** Bioacumulação; Metais; Ostra do mangue; Estuário.

**Abstract:** We evaluate the concentrations of copper, iron, zinc, manganese and lead in the tissues of *Crassostrea brasiliensis*, from the Vaza-Barris/SE river basin. Two samples, one in the dry season and the other in rainy season, were obtained at five different locations. The analysis of metals was carried out at the Technological and Research Institute of the State of Sergipe. The following concentrations were obtained for the dry season: Zn (19.90mg / kg), Fe (7.05mg / kg), Cu (1.46mg / kg), Mn 0.62mg / kg; (1.0 mg / kg), Cu (1.0 mg / kg) and Mn (0.91 mg / kg), Zn (24.20 mg / kg), Fe (9.77 mg / kg). Copper exhibited higher levels in the dry season and it was the only metal found within the limits established by Brazilian legislation. The other elements exhibited higher levels in the rainy season, which may represent a risk to the environment and to the human being. The results suggest that it is necessary to establish procedures for the physical, chemical and microbiological monitoring of the oysters' environment, as well as the creation of a specific legislation on the concentration of these metals.

**Keywords:** Bioaccumulation; Trace elements; Mangrove oyster; Vaza-Barris estuary.

### 6.1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento das atividades industriais e agrícolas e o aumento populacional, nota-se que, nas últimas décadas, uma série de contaminantes vem sendo lançados no meio ambiente, principalmente nos ecossistemas aquáticos. Castello (2010) mencionou que:

*O aumento da industrialização, urbanização e da densidade demográfica das regiões costeiras do Brasil nos últimos anos têm ocasionado um potencial incremento da contaminação dos ecossistemas aquáticos por elementos traço (CASTELLO, 2010, p.1).*

---

<sup>7</sup>Este manuscrito encontra-se em fase de elaboração (normas) e será submetido à revista **Marine Pollution Bulletin**.

De acordo com Moraes (2011), a contaminação ambiental por agentes químicos tem ocorrido de forma intencional ou acidental devido à ação antrópica. Através do monitoramento é possível obter as concentrações desses contaminantes no ambiente aquático, utilizando bioindicadores, os quais têm sido objeto de considerável interesse nos últimos anos, devido à preocupação em relação aos níveis elevados dos metais que podem ter efeitos prejudiciais sobre os organismos e os seres humanos.

Muitos organismos apresentam capacidade para a realização de bioconcentração em níveis elevados de metais que se encontram disponíveis no ambiente (REPULA et al., 2012). O termo Bioconcentração refere-se ao processo de assimilação e a retenção de um contaminante por um organismo, podendo ser diretamente proporcional às encontradas no ambiente, tornando-os reguladores parciais das concentrações de cátions em seus corpos (MASUTTI et al., 2000; BURATINI; BRANDELLI, 2006).

Segundo Bendati (1997), os bivalves têm sido bastante utilizados como organismos indicadores de variações no ambiente aquático, já que apresentam hábito filtrador, são sedentários e capazes de acumular grandes concentrações de metais em seus tecidos, entre outras substâncias. *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) tem se mostrado como uma espécie de ostra de grande relevância para o biomonitoramento de ambientes aquáticos, principalmente de manguezal.

A introdução de metais nos ecossistemas aquáticos pode ocorrer através de processos naturais ou por meio da ação antrópica. O primeiro ocorre por meio do aporte atmosférico e chuvas, pela liberação e transporte a partir da rocha matriz ou outros compartimentos do solo (PAULA, 2006; SEYLER; BOAVENTURA, 2008). A segunda forma ocorre através das fontes antropogênicas de inúmeros ramos, como esgoto *in natura* de zonas urbanas, efluentes de indústrias, atividades agrícolas e rejeitos de viveiros provenientes da carcinicultura (CAJUSTE et al., 1991; GOMES; SATO, 2011; MORAES; JORDÃO, 2002).

Muitos metais são importantes tanto para os animais quanto para os seres humanos, como por exemplo, o zinco (Zn) e o cobre (Cu), que são considerados micronutrientes essenciais para o crescimento dos organismos aquáticos, bem como o Mn e Fe, que atuam em processos como a catálise enzimática de hidrólise e reações de oxidação e/ou redução, sendo também importantes no transporte e armazenamento de moléculas menores (OLIVEIRA, et al., 2008). Contudo, é importante lembrar que, em geral, todos os metais exercem efeitos tóxicos em uma determinada concentração.

Para Vicente-Martorell et al. (2009), uma das formas de estudar as concentrações de metais no ambiente é avaliando a biodisponibilidade e a bioconcentração dos mesmos. Através desses processos é possível avaliar e verificar a qualidade do ecossistema estudado, podendo considerar para isso mais de uma matriz do ecossistema, como, por exemplo, sedimentos, água superficial e material biológico, os quais irão refletir com um bom grau de confiabilidade o estado do ambiente avaliado.

De acordo com Milazzo (2011), o conhecimento do comportamento dos metais e de suas características são essenciais para avaliar a matéria viva. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que auxiliem na compreensão desses elementos e suas implicações aos ecossistemas. Galvão et al. (2009) também ressaltam a necessidade de investimento em estudos a longo prazo que avaliem variáveis biológicas, como idade e sexo, que influenciam no processo de bioacumulação dos contaminantes pelos bivalves.

Segundo Costa (1985), o gênero *Crassostrea* reúne as ostras de maior interesse econômico e ecológico. A espécie *Crassostrea brasiliana*, conhecida como ostra do mangue, teve seu primeiro registro para o Brasil em 1975 (AKABOSHI; PEREIRA, 1981). Além disso, essa ostra é considerada um importante bioindicador na avaliação da suscetibilidade ambiental por apresentar mecanismos de bioacumulação e biomagnificação, entre outras características.

No Brasil, existe o registro de trabalhos para várias regiões, como o estudo realizado em Pernambuco por Cavalcanti (2003), que monitorou a contaminação por elementos traço em ostras comercializadas em Recife, com a finalidade de verificar a qualidade da mesma e das condições do ambiente. Através dos resultados, constatou-se que o mercúrio foi o principal contaminante encontrado nas ostras, sendo que esse elemento é considerado de maior risco para a saúde pública. No trabalho realizado por Ramos (2011), o qual avaliou a concentração de metais traço na ostra do gênero *Crassostrea* e do sururu *Mytella* e nos sedimentos superficiais no estuário do rio Formoso, Pernambuco. Observou-se elevadas concentrações de zinco, arsênio, ferro, manganês, chumbo e cromo nos sedimentos, e arsênio, ferro e manganês nos moluscos bivalves, indicando assim contaminação das matrizes utilizadas na pesquisa. Além disso, mencionou-se os prejuízos provocados pelos referidos metais, quando em alta concentração.

No Rio Grande do Norte, Silva et al. (2001) realizaram um estudo no estuário Potengi relacionado à concentração de metais traço em ostra da espécie *Crassostrea rhizophorae*. Através dos resultados, notou-se que as concentrações de zinco, cobre e chumbo em algumas das ostras estão acima dos limites recomendados pela legislação brasileira e que esses metais são provenientes

da ação antrópica, ou seja, das descargas de esgotos e efluentes industriais presente nas proximidades desse local. Soares e Silva (2003) verificaram as concentrações de Cu acumulado nos tecidos de *Crassostrea rhizophorae* nos períodos de 2001 e 2002. Diante disso, observou-se limites acima dos estabelecidos pelos dispositivos legais. Silva et al. (2003) utilizaram ostra do gênero *Crassostrea* no biomonitoramento de metais traço em uma região afetada pelas atividades da indústria do petróleo e fabricação de sal em salinas costeiras no estuário do Curimataú (RN). Nesse estudo, constataram que as concentrações de Zn, Cu e Pb em algumas ostras estão acima do limite recomendado pela legislação brasileira de saúde pública.

Leal (2008) avaliou a contaminação em ostras *Crassostrea rhizophorae* por espécies de *Cryptosporidium* e *Giardia* em um ambiente de estuário do litoral de São Paulo, o qual refletiu a contaminação do ambiente e dos alimentos de origem marinha. Barros e Barbieri (2012) verificaram as concentrações dos elementos traços (cádmio, chumbo, cobre, zinco e níquel) no sedimento e em ostras da espécie *Crassostrea brasiliensis*, e diagnosticam que a qualidade para cultivo do estuário de Cananeia no litoral sul do Estado de São Paulo, em relação à segurança alimentar prever em longo e médio prazo, os efeitos de possíveis perturbações. Já as concentrações de metais nas ostras obedeceram à seguinte ordem: Zn > Pb > Cu > Ni, visto que Cd esteve ausente em todas as amostras coletadas. Para a Paraíba, Zanetti (2010) estudou a concentração de metais usando espécie do gênero *Crassostrea* como indicador biológico. Diante disso, os parâmetros ambientais estavam em consonância com a legislação, apenas o Oxigênio Dissolvido não estava em conformidade.

No Paraná, Castello (2010) investigou o grau de contaminação por elementos traço em ostras do gênero *Crassostrea rhizophorae* nas baías de Paranaguá e de Guaratuba. Concluiu-se que as ostras da Baía de Paranaguá apresentam, em geral, concentrações de Zn, As e Cu acima dos limites permitidos, enquanto que para a Baía de Guaratuba apenas os teores de Zn e As violam os níveis críticos estabelecidos pela legislação.

No Maranhão, Rojas et al. (2007) estudaram os teores de zinco e cobre em ostra (*Crassostrea rhizophorae*) e sururu (*Mytella falcata*) do estuário do rio Bacanga em São Luís. Constataram as influências de fatores antrópicos, bem como a necessidade de estudos mais detalhados sobre metais pesados com o objetivo de monitorar o ecossistema do estuário do Rio Bacanga.

Mamede (2012) realizou o biomonitoramento utilizando espécie do gênero *Crassostrea* na Baía de Todos os Santos e constatou que as concentrações de Zn, Cu e Cd estão acima do permitido pela legislação brasileira para consumo humano. Santos (2014) detectou a contaminação natural de

ostras da espécie *Crassostrea rhizophorae* cultivadas em áreas de influência da baía de Todos os Santos por protozoários Apicomplexa (*Cryptosporidium* e *Toxoplasma gondii*). A partir desse estudo, verificou-se que a contaminação do ambiente aquático pela transmissão de oocistos através do consumo das ostras produzidas nestas regiões deve ser um alerta para o sistema de saúde pública.

Em Santa Catarina, Tureck et al. (2006) estudaram a concentração de metais pesados em tecidos de ostras *Crassostrea gigas* na Baía da Babitonga. Através de análises químicas bimensais dos metais pesados na água e no tecido de ostras, foi observado valores acima do permitido. Para Sergipe, a maioria dos trabalhos relacionados ao gênero *Crassostrea* refere-se ao cultivo de ostras. Por exemplo o trabalho realizado por Diniz (2001), que estudou a avaliação da taxa de assentamento da ostra nativa *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em Ponta dos Mangues, Pacatuba. Siqueira (2008) avaliou o sistema de cultivo de ostra do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) no estuário do rio Vaza-Barris, considerando os aspectos sanitários da água e das ostras, bem como as concentrações de metais pesados. Observou-se que os níveis de zinco foram muito elevados, porém a causa do excesso de zinco nessa localidade é ainda desconhecida.

Vasco et al. (2010) avaliaram a qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza-Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce, através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, durante a estação seca do ano de 2008. Detectou-se que os teores de ferro em ambos os pontos de amostragem estiveram acima do limite estabelecido pelo Ministério da Saúde, além dos resultados indicarem a presença de fontes poluentes antes e depois da cidade de Itaporanga D'Ajuda, demandando ações mitigatórias urgentes.

O conhecimento do comportamento dos metais e de suas características é essencial para avaliar a matéria viva, permitindo compreender a relação das variáveis biológicas (idade e sexo) no processo de bioacumulação dos contaminantes pelos bivalves e suas implicações nos ecossistemas. Zanette et al. (2006) enfatizaram a importância da realização de estudos referente à qualidade da água e das ostras nativas. Siqueira (2008) reforçou a relevância e a necessidade de desenvolvimento de programa de monitoramento para que possa ser verificada a provável bioacumulação de zinco, entre outros metais, nas ostras do gênero *Crassostrea* presentes no Vaza-Barris, Sergipe.

Considerando-se que a atual situação dos manguezais presentes em Sergipe tem sido preocupante, inclusive no município de São Cristóvão, utilizou-se de *C. brasiliiana* para compreender as condições ambientais de cinco pontos, localizados no estuário do Vaza-Barris, em diferentes sazonalidades (chuvoso e de estiagem). De acordo com Azlisham et al. (2009), a poluição

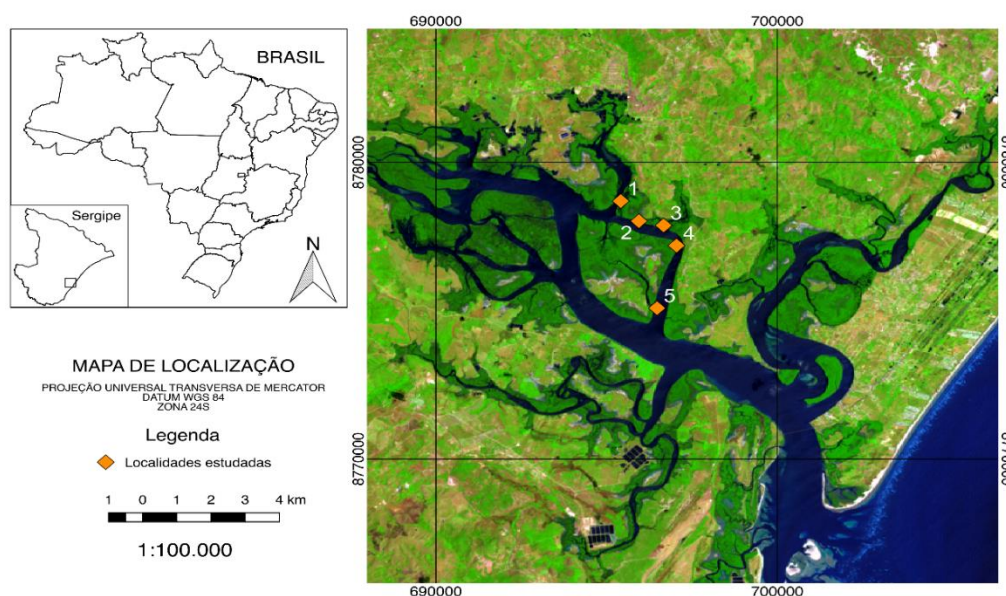
de metais pesados em ambientes aquáticos tem contribuído para diversos entraves ambientais, principalmente para a redução no número de organismos e na qualidade dos mesmos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar, em sazonalidade (períodos de estiagem e chuvoso), os dados biométricos e as concentrações dos elementos Cu, Fe, Zn, Mn e Pb, nos tecidos de *Crassostrea brasiliana*, em cinco pontos no manguezal do rio Vaza-Barris/SE. Ademais, o presente estudo pode servir como subsídio para o desenvolvimento de novas pesquisas e projetos relacionados à sanidade ambiental das áreas estuarinas e manguezais sergipanos, bem como a qualidade das ostras nativas.

## 6.2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área selecionada para a realização deste estudo compreende o manguezal do rio Vaza-Barris, localizado no estado de Sergipe (Figura 6.1). Esse rio nasce no município de Uauá, no estado da Bahia, e deságua no Oceano Atlântico no estado de Sergipe, com uma área total correspondendo a 115km<sup>2</sup>. O seu estuário, com cerca de 25km, localiza-se entre os municípios de Itaporanga D'Ajuda, ao longo de sua margem direita, e os Municípios de São Cristóvão e Aracaju, em sua margem esquerda (CARVALHO, 2010; VASCO et al., 2010). Segundo Melo et al. (2006), o clima de região é tropical chuvoso com verão seco; geralmente as chuvas ocorrem entre os meses de abril e agosto. A temperatura média na região é de 25,5°C, a umidade relativa do ar média é de 75% e a precipitação média anual é de 1.200mm.

Figura 6.1- Localização da área estuarina do rio Vaza-Barris, com os pontos de coleta.



Fonte: CPRM, EarthExplorer.

São Cristóvão pertence à região de planejamento denominada de Grande Aracaju. Devido à proximidade com a capital sergipana, vem ampliando a densidade demográfica e o grau de urbanização. De acordo com os dados do IBGE, em 2010 apresentou uma população de 78.864 habitantes, com elevada taxa de urbanização, visto que 84,5% dos habitantes residiam na zona urbana. O município de São Cristóvão e o povoado Mosqueiro são os polos urbanos mais influentes nessa área. São Cristóvão possui clima tropical úmido, com chuvas mais frequentes no período de março a agosto, abrandando durante os meses de setembro e fevereiro, com temperatura média anual em torno de 25,5 °C. Nesse município a vegetação predominante é litorânea, com mata de restinga, vegetação de cerrado e formações florestais secundárias, bem como áreas de manguezais (VASCO et al., 2010).

Dentre os indicadores analisados por Carvalho (2015), o que tem causado maior pressão em municípios vizinhos, como São Cristóvão, está relacionado às áreas destinadas para fins agrícolas e o índice de esgotos sem tratamento. Além disso, a autora destacou que grande parte da vegetação do cerrado e das matas foram removidas para exploração agropecuária, bem como os manguezais e as restingas, que atualmente foram substituídas por empreendimentos de aquicultura, inclusive da carcinicultura.

#### **6.2.1.Amostragem**

Inicialmente foi realizada uma visita para o reconhecimento da área estudada e a determinação dos pontos de coletas (Figura 6.1). A primeira coleta aconteceu no mês de outubro/2017, período de estiagem e a segunda em julho/2018, período chuvoso. As duas coletas foram realizadas durante a baixa-mar (sizígia), onde as ostras encontravam-se expostas e fixadas nas raízes de *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) (Tabela 6.1). Ambas as coletas foram realizadas em cinco pontos (Tabela 6.1) localizados ao longo do estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão, Sergipe. Em cada coleta foram obtidos dois exemplares de *Crassostrea brasiliana* por ponto, sendo 10 exemplares por coleta.



Tabela 6.1- Localização dos pontos de coletas em relação ao estuário do rio Vaza-Barris, São Cristóvão, Sergipe.

PONTOS	LOCALIDADES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		1ª Coleta	2ª Coleta
1	Riacho dos Porcos	11°02'33,8"S 37°12'40,6"W	11°02'34,3"S 37°12'40,4"W
2	Povoado Tinharé	11°02'56,0"S 37°12'24,3"W	11°02'56,3"S 37°12'22,8"W
3	Riacho da Chica	11°03'00,8"S 37°12'00,5"W	11°03'00,7"S 37°11'58,8"W
4	Pedreiras	11°03'24,3"S 37°11'46,3"W	11°03'22,8"S 37°11'46,3"W
5	Ilha Grande	11°04'39,5"S 37°12'09,7"W	11°04'31,5"S 37°12'04,7"W

MD-Margem direita; ME-Margem esquerda.

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

No total foram coletados 20 exemplares de ostras, sendo 10 por período de coleta, os quais foram acondicionados em caixas isotérmicas e conduzidos até o laboratório com a finalidade de remover sedimentos e os organismos incrustantes aderidos à superfície das conchas, de acordo com Chagas (2016). Além disso, todo o material foi medido e pesado no laboratório, e em seguida encaminhado ao Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS).

### 6.2.2.Dados biométricos

Após as coletas, os exemplares de *C. brasiliiana* (n=20) foram levados até o laboratório para serem medidos utilizando um Paquímetro Digital de Precisão (Leetools 618250), com a finalidade de obter os dados biométricos referentes ao comprimento, largura e altura da concha (Figura 6.2). Após a biometria, as conchas contendo os organismos foram pesadas (peso vivo) com Balança Analítica de Precisão (SF 400).

Figura 6.2 - Procedimentos de preparação, pesagem e biometria dos exemplares de *Crassostrea brasiliana* provenientes do estuário do Vaza-Barris, Sergipe.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

### 6.2.3. Método analítico

Para a obtenção das concentrações de metais nos tecidos de *Crassostrea brasiliana* foram enviados para o Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) dois exemplares de cada ponto por coleta, os quais foram abertos, triturados e homogeneizados. Em seguida, analisados através Espectrômetro de Absorção Atômica e resíduo por incineração (cinzas) que foram realizados pelo métodos físico-químicos utilizados para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL). Ambos os procedimentos foram realizados no ITPS.

Os dados obtidos na área estudada foram comparados entre si e discutidos com base em literatura sobre o assunto e legislação vigente. Também foram utilizados Office Excel e ANOVA, a fim de possibilitar correlacionar os dados e identificar as possíveis diferenças entre os teores de zinco, cobre, ferro, manganês e chumbo das amostras de ostra provenientes dos cinco pontos em diferentes períodos.

## 6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os dados biométricos e as concentrações de metais registrados nos tecidos de 20 exemplares de *C. brasiliana*, sendo dez provenientes da coleta realizada em out/17 e dez da coleta de jul/18, em cinco pontos localizados no manguezal do Vaza-Barris, Sergipe.

### 6.3.1.Dados Biométricos e físico-químicos

Com relação aos exemplares de *C. brasiliana* coletados em outubro de 2017, período de estiagem (Quadro 6.1), notou-se que aqueles obtidos no ponto 5 apresentaram maior altura, largura, comprimento e peso da concha, se comparados aos dos demais pontos. Em contrapartida, o ponto 1 destacou-se por apresentar os exemplares com menores valores para os dados biométricos. Para a coleta realizada em julho de 2018, observou-se que o ponto 3 exibiu os exemplares com menores dados biométricos, diferentemente das localidades 2 e 5 que registraram os indivíduos maiores. De acordo com Absher et al. (2000), a altura da concha corresponde ao principal eixo de crescimento nas espécies de ostras pertencentes ao gênero *Crassostrea*, e todas as outras medidas podem ser consideradas em função dessa.

Quadro 6.1- Dados biométricos dos exemplares de *C. brasiliana* provenientes de cinco pontos localizados ao longo do estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE.

Ponto	Coleta	Exemplar	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Peso vivo (g)
1	Out/17	1	76,30	33,06	69,07	76,02
		2	94,51	42,95	65,83	46,10
	Jul/18	1	86,06	42,76	57,93	69,01
		2	77,24	52,25	65,41	64,03
2	Out/17					
		1	83,85	46,12	72,08	58,05
		2	102,58	58,38	73,43	60,03
	Jul/18	1	107,70	47,67	52,30	94,04
		2	91,83	35,42	68,05	78,07
3	Out/17					
		1	94,52	70,77	82,69	86,11
		2	126,37	69,14	90,88	83,08
	Jul/18	1	74,93	30,40	52,21	45,09
		2	75,24	30,79	52,25	34,08

4	Out/17					
		1	120,94	66,85	83,92	93,09
		2	106,14	81,78	89,10	51,13
	Jul/18	1	67,20	17,70	47,60	26,07
		2	87,93	42,78	65,24	77,09
5	Out/17					
		1	127,70	82,29	107,52	113,05
		2	120,26	101,70	112,26	51,04
	Jul/18	1	110,65	37,44	64,22	74,01
		2	87,93	42,78	65,24	77,09

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2016, 2017, 2018.

De acordo com Galvão et al. (2000) e Castilho-Westphal (2012), os exemplares de *C. brasiliiana* que apresentarem altura da concha igual ou superior a 20mm encontram-se na fase adulta e em atividade sexual. Todos os exemplares coletados em out/17 (período de estiagem) apresentaram altura superior a 20mm, inclusive a menor altura foi registrada para o ponto 1 que correspondeu a 76,30mm e a maior no ponto 5, que foi igual a 127,70mm. Na coleta de jul/18 (estação chuvosa), todos os espécimes também apresentaram altura acima de 20mm, sendo que a maior e menor altura foram registradas respectivamente para os pontos 4 (67,20mm) e 5 (110,65mm). As ostras obtidas nos dois períodos encontraram-se na fase adulta.

Segundo Galvão (2010), as diferenças nos dados biométricos dos exemplares de ostras podem estar relacionadas também às condições abióticas, como temperatura, salinidade e pH. Além disso, as ostras fixadas em raízes do mangue ficam partes do dia expostas ao ar livre devido ao ciclo das marés, com isso fecham suas valvas e deixam de filtrar seu alimento, contribuindo assim para uma menor taxa de crescimento. Contudo, essas condições podem ser mais favoráveis em alguns pontos de coleta, como por exemplo, na localidade 5, corroborando para os diferentes estágios de desenvolvimento observados nos exemplares aqui estudados. Os dados biométricos das ostras são relevantes na identificação do seu estágio ontogenético, pois como esses animais são sedentários e filtradores, quanto mais evoluído o estágio, maior será a concentração de contaminantes em seu organismo, podendo melhor revelar as alterações ambientais da área.

Para Pereira et al. (2001), os dados físico-químicos são fatores relevantes para o desenvolvimento das ostras *Crassostrea*, inclusive o pH abaixo de 6,75 reduz a taxa de filtração e

consequentemente há diminuição da captação de alimento; a salinidade mais recomendável para o cultivo de *C. brasiliiana* corresponde a valores de 15‰ a 25‰, porém como essa espécie é eurihalina, pode sobreviver em águas de salinidade entre 8‰ e 34‰, visto que salinidades mais baixas próximo aos níveis de tolerância fazem cessar a alimentação e também o crescimento. Montanhini Neto (2011) citou que a temperatura é um dos principais fatores limitantes das reações químicas e da distribuição das ostras no ambiente, sendo que *C. brasiliiana* tem apresentado preferência por águas com temperatura entre 23 e 31°C. Além disso, esse fator desempenha relevante papel no crescimento, na taxa de alimentação, no metabolismo, na sobrevivência e na reprodução desses organismos.

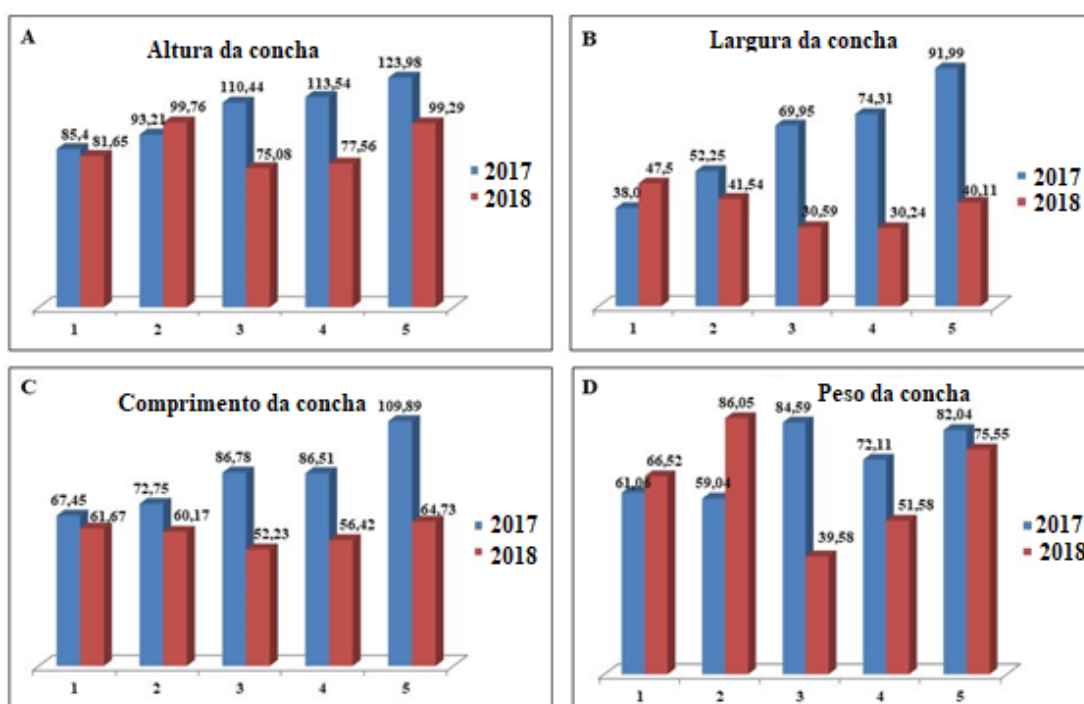
Nas coletas de out/17 (estiagem), os dados de salinidade mais baixa foram registrados no ponto 2 (10,11‰) e o mais alto no ponto 1 (10,15‰). Enquanto no período de jul/18 (chuvoso), a salinidade variou entre 10,16 ‰ (ponto 1) e 10,25‰ (ponto 4). O menor pH constatado para o período de estiagem foi igual para os quatros primeiros pontos que correspondeu 8,4, e o mais elevado foi 8,6 (ponto 5); para a estação chuvosa o menor foi 7,4 (pontos 1 e 4), e o maior foi 7,6 (ponto 3). Para out/17 a temperatura mínima obtida foi 27,2°C (ponto 1) e a máxima foi 29,3°C (ponto 5); e em jul/18 a temperatura mais baixa correspondeu a 25,4°C (ponto 4) e a mais alta a 29,0°C (ponto 1). Todos os pontos em ambas coletas apresentaram valores de pH e temperatura dentro da faixa favorável para o desenvolvimento e crescimento de *C. brasiliiana*. Em contrapartida, a salinidade encontrou-se dentro da faixa dos limites de tolerância para o período de estiagem e chuvoso, sendo que na primeira estação esse parâmetro foi ainda mais baixo, podendo contribuir para uma redução na taxa de filtração e na obtenção de alimento, e consequentemente no processo de acumulação de contaminantes em seus tecidos. Dados mais detalhados relacionados à influência dos parâmetros ambientais sobre a fisiologia e comportamento de *C. brasiliiana* serão tratados no Capítulo sete.

No trabalho realizado por Pieterse et al. (2012) em três ambientes distintos localizados no sul da África, observou-se que a taxa de crescimento está diretamente relacionada às temperaturas e à distribuição vertical das ostras no ambiente, já que durante os períodos de temperaturas elevadas as ostras apresentaram taxa de crescimento menor. Além disso, os indivíduos localizados em níveis inferiores mostraram crescimento mais significativo, se comparados àqueles presentes em níveis superiores. Os autores concluíram que os fatores ambientais (temperatura e nível de distribuição) desempenham relevante influência no crescimento das ostras do gênero *Crassostrea*.

Como pode ser observado na Figura 6.3, a média da altura da concha foi maior para todos os pontos de coleta de out/17, exceto para o ponto 2, que registrou a maior média para jul/2018. No que

se refere largura da concha, notou-se que na primeira coleta todos os pontos apresentaram médias elevadas, com exceção do ponto 1 que exibiu maior média na segunda coleta. Em relação ao comprimento, verificou-se que todos os espécimes obtidos no período de estiagem, exibiram médias superiores se comparados com aqueles coletados em período chuvoso. Para o peso, em 2017, o ponto 4 revelou maior média, por outro lado em 2018, o ponto 2 apresentou o maior valor. Comparando-se as médias das medidas, nota-se que a altura da concha demonstrou uma menor variação em relação à sazonalidade; a largura e o comprimento mostraram variações significantes e semelhantes no tocante as estações de estiagem e chuvosa; e o peso apresentou variação irregular entre os períodos, sendo que a maior média (86,05mm) foi registrada no período chuvoso.

Figura 6.3 - Dados biométricos (valores médios) dos exemplares de *C. brasiliana* provenientes de duas coletas em cinco pontos, localizados no manguezal do Vaza-Barris/SE. **A.** Comprimento da concha; **B.** Altura da concha; **C.** Largura da concha; **D.** Peso vivo da concha.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

Estudos realizados por Milazzo et al. (2018) com ostras do gênero *Crassostrea*, no estuário do rio São Paulo (Bahia), averiguaram poucas variações dos dados biométricos das ostras por sazonalidade. Contudo, os autores afirmaram que no período chuvoso observam maiores médias de comprimento, largura e peso da concha. Os dados supracitados diferem dos obtidos para os exemplares aqui estudados, visto que as maiores médias relacionadas à altura, largura e comprimento das conchas foram registradas para o período de estiagem. A média do peso se comparada às demais medidas, apresentou maior variação entre os pontos e as sazonalidades, mas o máximo de média do peso se revelou para a estação chuvosa.

### 6.3.2. Concentrações de metais e condições ambientais

Para a avaliação das condições ambientais do manguezal e das ostras, foram analisados os teores de cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e chumbo (Pb) em tecidos de *Crassostrea brasiliiana*, em coletas realizadas em cinco pontos, nos períodos de estiagem (out/17) e chuvoso (jul/18).

Verificou-se que na estação de estiagem, o elemento cobre (Figura 6.4A) apresentou maior concentração no ponto 3 e os demais pontos exibiram concentrações semelhantes, com exceção do ponto 2 (0,41mg). Enquanto, na estação chuvosa o ponto 1, seguido dos pontos 4 e 5 mostraram teores de Cu mais elevados, em contrapartida o ponto 2 exibiu a menor concentração. O maior valor de cobre registrado para o período de estiagem foi 1,46mg (14,6ppm) e para o chuvoso de 1,0mg (10,0ppm). Os índices aqui estudados diferem daqueles obtidos por Siqueira (2008) para as ostras do Vaza-Barris, já que a concentração de cobre foi de 4,27ppm no período chuvoso e de 10,94ppm no de estiagem. Porém, os teores desse elemento no presente estudo e no de Siqueira (2008), encontram-se abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira (55.871/1965) correspondente a 30ppm, indicando que o consumo das ostras é permitido.

Em relação ao teor de ferro (Figura 6.4 B), em outubro de 2017, constatou-se que o ponto 3 apresentou maior concentração e os demais pontos mostraram teores similares, variando entre 4,41 e 4,59mg. Na coleta de 2018, o Fe apareceu em maiores concentrações nos pontos 1 e 2, sendo que as menores foram registradas para os pontos 4 e 5, com 5,52 e 5,48mg, respectivamente. O maior índice desse elemento na estação de estiagem foi 7,05mg (70,5mg/kg) e na chuvosa 9,77mg (97,7mg/kg). Nas ostras do estuário do rio Formoso (Pernambuco) estudadas por Ramos (2011), constatou-se que as concentrações de Fe para o período de estiagem foi 43,33 mg/kg e 131,1mg/kg para o chuvoso, sendo superior a aquelas registradas para o Vaza-Barris, em ambas estações. Contudo, os índices obtidos aqui e registrados por Ramos para o ferro foram superiores ao limite determinado pela World Health Organization (WHO), que adota um valor diário correspondente a 0,8mg/kg. Já Mamede (2010) obteve concentrações de Fe dentro do limite estabelecido pela legislação para as ostras do gênero *Crassostrea* transplantada na Baía de Todos os Santos (Bahia).

No período de estiagem, os teores de zinco (Figura 6.4 C) foram encontrados em concentrações mais elevadas nos pontos 1 e 3. Os indivíduos dos demais pontos mostraram teores mais baixos, inclusive o ponto 5 apresentou 12,30mg. Contudo, período chuvoso, os valores de Zn foram maiores para todas as localidades, com exceção do ponto 3, que demonstrou a menor

concentração. No período de estiagem o índice máximo de zinco foi 19,90mg (199ppm), sendo menor se comparado ao período chuvoso, que correspondeu a 24,20mg (242ppm), diferentemente do que foi afirmado por Espíndola et al. (2000) que quanto maior a temperatura maior é absorção de zinco. Siqueira (2008) verificou para as ostras do Vaza-Barris (Sergipe) que o índice de zinco no período chuvoso foi de 276,92ppm e no de estiagem 49,03ppm. Os dados aqui apresentados para as duas estações foram superiores ao limite estabelecido pela legislação brasileira (55.871/9965) que é 50ppm. O valor demonstrado por Siqueira (2008) na estação de estiagem foi inferior a 50ppm, ou seja, apropriado para o consumo, diferentemente daqueles obtidos nesse estudo. Ainda confrontando os dados com aqueles registrados por Carneiro et al. (2011) na Baía de Sepetiba (Rio de Janeiro) e por Machado et al. (2002) no estuário de Cananéia-SP constatou-se similaridade, pois o zinco em ambas as áreas, apareceu com altas concentrações em *C. brasiliiana*. Inclusive em Cananéia-SP, tanto a média quanto o valor mínimo encontraram-se acima do limite estabelecido pela legislação brasileira (Decreto 55871/65).

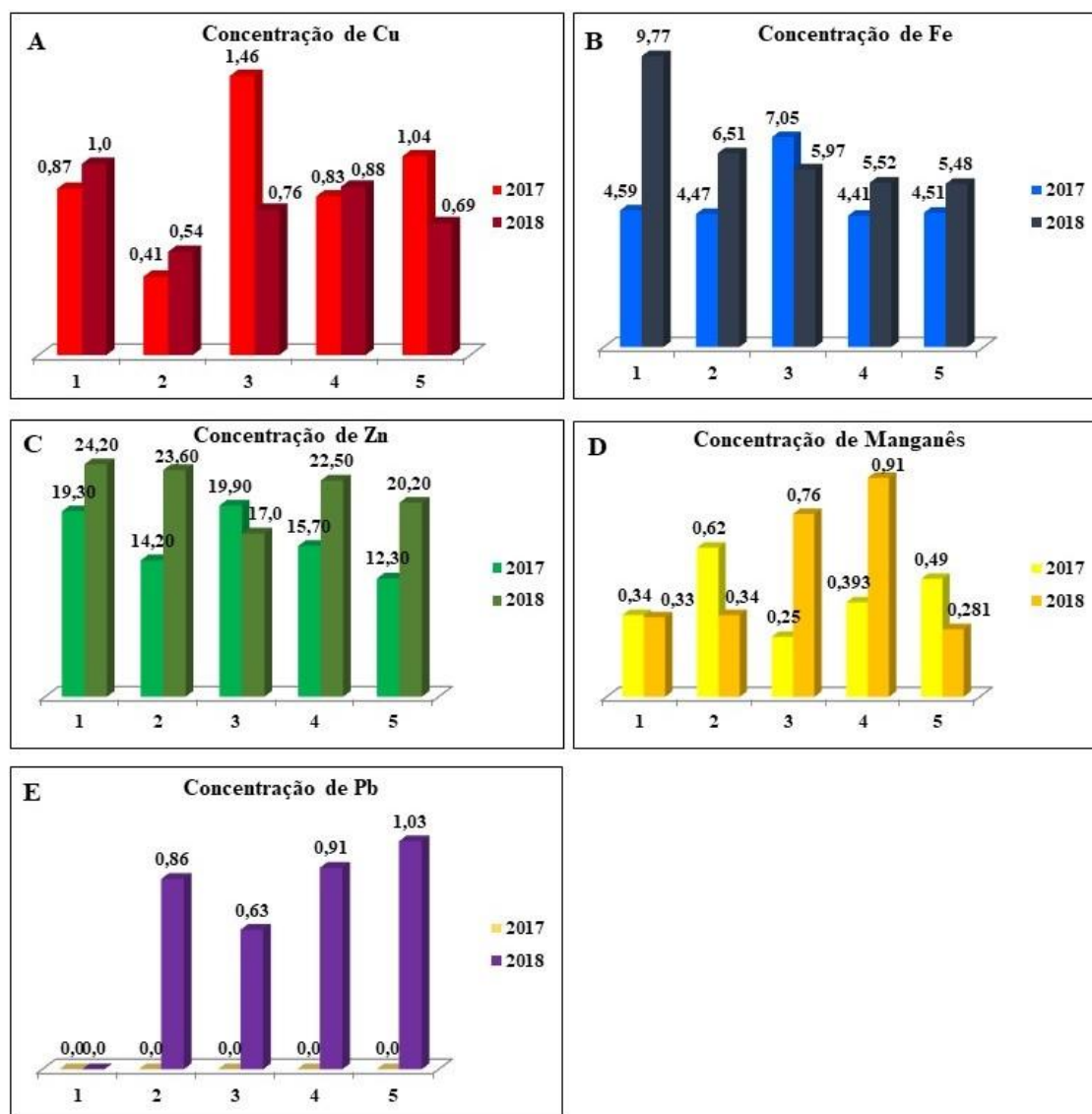
Para as concentrações de manganês (Figura 6.4 D) na coleta 2017, os pontos 2 e 4 destacaram-se por apresentarem teores mais elevados, já o ponto 3 exibiu a menor concentração (0,25mg/kg). Os teores de Mn, na coleta de 2018 foram mais elevados nos pontos 3 e 4, que correspondeu respectivamente a 0,76 e 0,91mg/kg. O valor máximo de Mn mostrado na estação de estiagem foi 0,62 mg (6,2mg/kg) e na chuvosa de 0,91(9,1mg/kg). As concentrações de manganês encontrados por Ramos (2011) para as ostras do estuário do rio Formoso (Pernambuco), no período de estiagem foi de 1,33 mg/kg e chuvoso 14,33mg/kg, sendo que esse último ultrapassa o limite de 3,3mg/kg, que é o valor estabelecido pela Environmental Protection Agency (EPA). Os índices desse elemento aqui registrados também foram superiores ao adotado pela EPA.

Quanto à análise de chumbo (Figura 6.4 E), realizada na Absorção Atômica por chama, o resultado foi abaixo da curva do aparelho que é 0,1, justificando assim a ausência das concentrações desse elemento nos exemplares de *C. brasiliiana* no período de estiagem. No período chuvoso, verificou-se que o Pb apareceu nos tecidos dos espécimes de quatro pontos, excetuando o ponto 1. Na coleta realizada no período chuvoso o maior valor de chumbo foi 1,03mg (10,3mg/kg ou 10,3ppm). Machado et al. (2002) estudaram a ocorrência de Pb para *C. brasiliiana* no estuário de Cananéia-SP e registram o valor máximo de 0,17 mg/kg. Nunes (2016) avaliou a concentração de chumbo em *Crassostrea rhizophorae* cultivada na reserva extrativista marinha Baía do Iguapé (Bahia) e verificou-se a presença de chumbo em 6,67% das amostras de ostras, tornando-as imprópria para o consumo humano. Siqueira (2008) analisou as concentrações de chumbo para o Vaza-Barris (Sergipe), porém não foi encontrado, coincidindo com as amostras de 2017. O índice



de chumbo encontrado em 2018 foi acima do limite estabelecido pelo Decreto N° 55.871/1965 e Portaria N° 685/1998 que é de 2,00ppm, bem como pela Resolução N° 42/2013 do Ministério da Saúde que adota 1,50mg/kg, sendo assim as ostras devem ser consideradas impróprias para o consumo.

Figura 6.4 - Concentrações de metais (mg/100g) obtidas nos tecidos de *C. brasiliana* do estuário do Vaza-Barris/SE, nos cinco pontos de coleta nos dois períodos (2017 e 2018) analisados. A. Cobre (Cu); B. Ferro (Fe); C. Zinco (Zn); D. Manganês (Mn) e E. Chumbo (Pb).

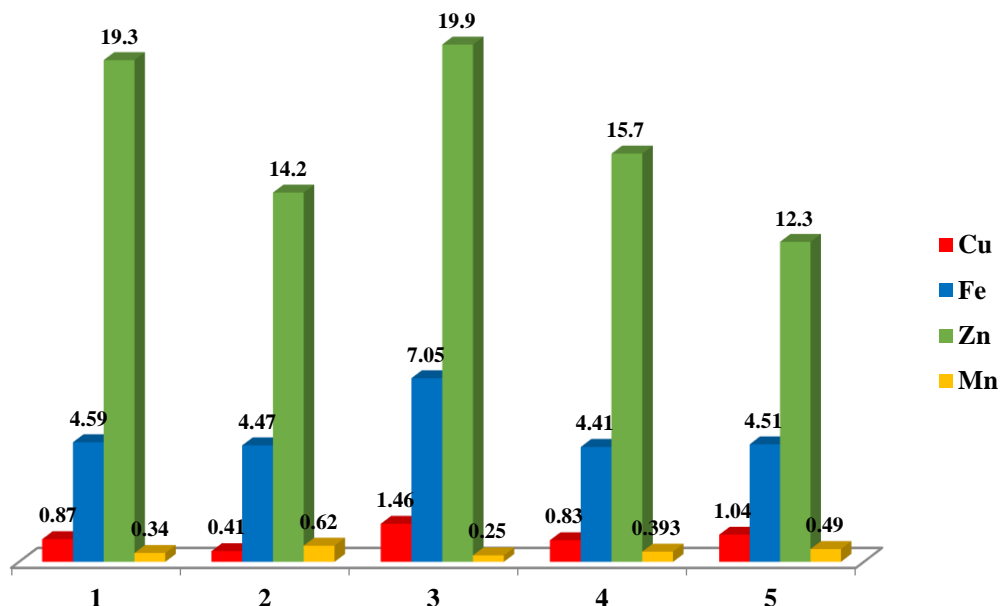


Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

Comparando-se as concentrações de cobre, ferro, zinco e manganês (Figura 6.5) nos tecidos de *C. brasiliana* provenientes da primeira coleta (out/2017) realizada nos cinco pontos, percebeu-se que o zinco apareceu em maior concentração em todos os pontos, com destaque para os pontos 1 (19,3mg/kg) e 3 (9,9mg/kg). O ferro foi o segundo metal que apareceu com maior concentração, principalmente nas localidades 3 e 4. O cobre e o manganês foram os elementos com menores

concentrações, inclusive o ponto 2 apresentou menor teor de cobre e o ponto 3 a menor concentração de manganês. Contudo, dentre os metais analisados para as amostras obtidas em 2017, o teor de manganês foi o mais baixo.

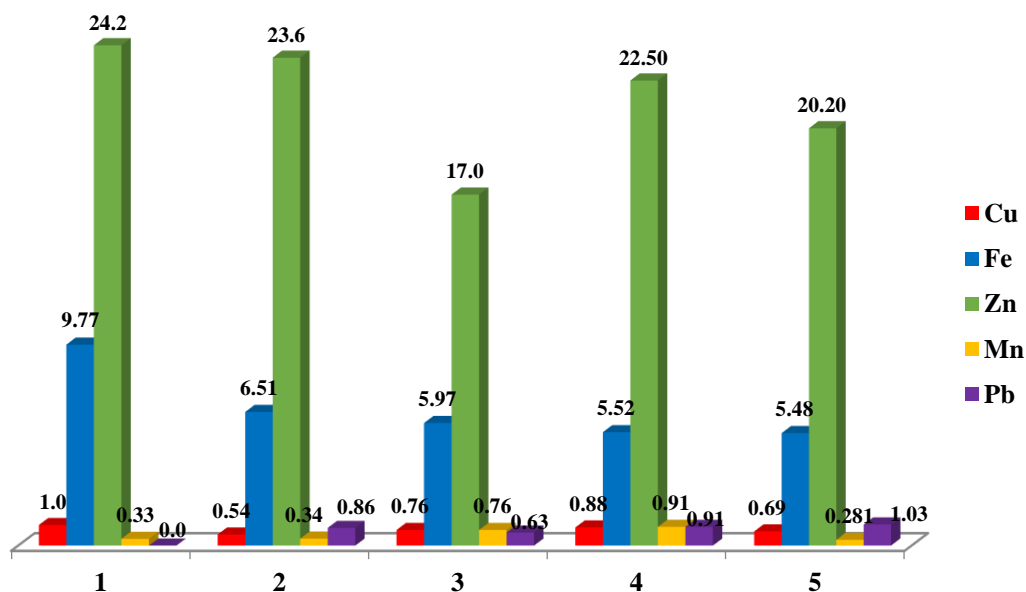
Figura 6.5 - Distribuição das concentrações de metais em mg nos tecidos de *C. brasiliensis* proveniente do período de estiagem, no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão, SE.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

Em relação às concentrações de cobre, ferro, zinco, manganês e chumbo no período chuvoso (jul/18), o zinco apresentou a maior concentração se comparada aos demais elementos. Inclusive os pontos 1 (24,2mg/kg) e 2 (23,6mg/kg) destacaram-se com teores superiores, enquanto no ponto 3 foi inferior (Figura 6.6). O ferro apareceu no ponto 1 em concentração mais elevada, em contrapartida no ponto 4 foi mais baixa. O cobre foi mais expressivo no ponto 1 e menos no ponto 2. Referente ao manganês, o ponto 4 contou com maior concentração e o ponto 5 com a menor. Já o chumbo, apareceu em todos os pontos, com exceção do ponto 1, contudo, o ponto 5 mostrou maior concentração e o ponto 3 a menor.

Figura 6.6 - Distribuição das concentrações de metais em mg nos tecidos de *C. brasiliana* proveniente do período chuvoso, no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2018.

A análise das concentrações de metais nos tecidos das ostras coletadas no período de estiagem (out/2017) e chuvoso (jul/2018), demonstrou que, os teores de Cu foram semelhantes e com pequenas variações, porém no período de estiagem os pontos 3 e 5 apresentaram-se maiores, e no período chuvoso, nas localidades 1 e 4. A concentração de Fe foi maior para o período chuvoso, com exceção do ponto 3, que mostrou maior teor no período de estiagem. O mesmo foi observado para o Zn, visto que a maior quantidade se registrou para a estação chuvosa, exceto a localidade 3 que foi maior no verão. Entre os metais analisados, o zinco foi o metal que apresentou maior proporção em ambas coletas. Em relação ao manganês, observou-se concentrações similares, sendo que os pontos 1, 2 e 5 mostraram teores mais elevados no período de estiagem, e os 3 e 4 no período chuvoso. O chumbo não foi encontrado nas amostras obtidas na primeira coleta (período de estiagem), já na segunda apareceu em todos os pontos, com exceção do ponto 1. Os pontos 5 e 4 apresentaram maiores concentração desse metal.

Góngora-Gómez et al. (2017) avaliaram as concentrações de cobre, chumbo e zinco em ostras *Crassostrea gigas* (*Crassostrea brasiliana*), cultivadas na costa sudeste do Golfo da Califórnia. As amostras de ostras foram analisadas mensalmente (março a dezembro de 2011) e os valores médios para cada metal foram: Cu =  $51,42 \pm 25,92$ , Pb =  $2,18 \pm 1,28$  e Zn =  $267,42 \pm 92,29$ . Os resultados sugeriram que as cargas de metais podem ser influenciadas por atividades antropogênicas, como a agricultura e a aquicultura em torno da área de cultivo. Além disso, os níveis de Cu e Pb ( $\mu\text{g g}^{-1}$ , peso fresco) estavam acima dos valores máximos

admissíveis e, portanto, representando uma ameaça à saúde humana. Os autores ainda destacaram, a relevância da realização do monitoramento periódico para obter as concentrações desses metais na área.

Com base nos dados aqui obtidos referentes as concentrações dos metais nos tecidos de *C. brasiliensis* do rio Vaza-Barris e a influência da sazonalidade, verificou-se que as concentrações de Fe, Zn, Mn e Pb foram mais elevadas no período chuvoso, porém as de Cu foi maior durante o período de estiagem. Diante disso, nota-se similaridade com os resultados apresentados por Milazzo et al. (2018) para as concentrações desses metais nos tecidos de ostras *Crassostrea*, do rio São Paulo (Bahia), visto que o ferro, zinco e manganês foram maiores no período chuvoso e o cobre no período de estiagem. Os dados aqui apresentados corroboram com os de Ramos (2011), para as ostras do estuário do rio Formoso (Pernambuco), já que os valores elevados de Zn, Cu, Pb, Fe e Mn foram registradas para o período chuvoso, fato esse que pode ser explicado pelo alto índice pluviométrico. Para Frías-Espéricueta et al. (1999), em ostras *Crassostrea* as concentrações de metais traços como Cu, Fe, Zn, Mn e Pb também estão associadas à sazonalidade, aos tecidos gonadais e somáticos.

Gomes (2009), Castilho-Westphal (2012) e Christo et al. (2015) mencionaram que as ostras *Crassostrea* necessitam de um aumento da temperatura para iniciar o processo reprodutivo, sendo nos meses mais quentes que ocorrem a reprodução em massa. Frías-Espéricueta et al. (1999) constataram que as maiores concentrações de Cu, Pb e Zn em *Crassostrea* da Costa Pacífica do México, ocorreram em novembro, quando a ostra estava em fase de repouso e o máximo de Mn em março, quando a população encontrava-se em atividade gametogênica. O valor mais elevado de Fe foi apresentado em setembro, durante a fase de pós-desova. Segundo os autores, apenas o Mn apresentou uma correlação positiva com a maturação do organismo, sugerindo que o mesmo pode desempenhar alguma função durante a maturação gonadal. Nas ostras do Vaza-Barris, observou-se que as maiores concentrações de cobre foram registradas para o período de estiagem, sugerindo que este foi o único metal que apresentou uma correlação positiva com o processo de maturação desses indivíduos. Contudo, os teores de Fe, Zn, Mn e Pb foram mais elevados no período chuvoso, podendo estar relacionado ao estágio de repouso ou pós desova.

Segundo Milazzo et al. (2018), a diferença encontrada a partir dos dados biométricos das ostras *Crassostrea* do rio São Paulo (Bahia), pode ser considerada significativa, uma vez que estes animais são organismos de pequeno porte. Além disso, os autores citam que as concentrações dos elementos essenciais Zn, Fe e Mn nos moluscos por eles estudados influenciam a diferença encontrada entre os dados biométricos e as estações seca e chuvosa. Em contrapartida, comparando-se as médias dos dados biométricos das ostras do Vaza-Barris, entre os períodos chuvoso e de

estiagem, com a bioconcentração e biodisponibilidade, nota-se que as ostras na estação de estiagem (out/17) apresentam médias biométricas maiores e elevadas concentrações de cobre. Na estação chuvosa (jul/2018), nota-se que as médias biométricas foram inferiores, e os teores de ferro, zinco, manganês e chumbo foram mais elevados, não ocorrendo uma relação significativa. No tocante à sazonalidade e biodisponibilidade, verificou-se uma relação interessante, visto que o chumbo apareceu somente na estação chuvosa.

Confrontando os dados obtidos com aqueles registrados por Azlisham et al. (2009), para os tecidos de *Crassostrea* da Lagoa Setiu, Terengganu (Malásia), notou-se semelhança nos índices de zinco, pois foi o metal que apareceu em maior concentração. Segundo MacCulloch (1989), as ostras apresentam uma grande capacidade de acumular metais em seus tecidos, inclusive o zinco, já que este elemento desempenha função diretamente relacionada à reprodução, ao estágio de maturação gonadal dos organismos e na alimentação. Para Castro et al. (1999) e Ramos (2011), os elevados índices de zinco nas ostras podem estar associados as necessidades de grandes teores para o melhor funcionamento do seu metabolismo. Pois, esse elemento participa na formação de dezenas de enzimas e proteínas. Em contrapartida, os teores de cobre e manganês aqui obtidos diferem daqueles registrados para a Lagoa Setiu, visto que, nesta última as concentrações foram mais altas.

Como já foi mencionado anteriormente, dentre os metais analisados nos tecidos de *C. brasiliensis*, neste estudo, apenas o Cu encontrou-se dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira. Já os índices de Fe, Zn, Mn e Pb mostraram-se preocupante, principalmente o teor de Pb registrado para o inverno, que foi bem além do estabelecido pela legislação brasileira, oferecendo por conseguinte risco ao consumo humano. Machado et al. (2002) também obtiveram para o estuário de Cananéia (SP) teor de Cu abaixo dos limites previstos pela legislação brasileira. Shenai-Tirodkar et al. (2016) observaram altas concentrações de cobre nos tecidos de ostras *Crassostrea madrasensis*, *C. gryphoides* e *Saccostrea cucullata* ao longo da costa centro-oeste da Índia, representando ameaça à saúde humana. Os autores mencionaram a necessidade da realização do monitoramento contínuo, a conscientização das pessoas e uma política governamental rigorosa para mitigar a poluição desse metal nos locais estudados. Amaral et al. (2005) verificaram para o rio Macau (RN), valores elevados de Zn e Pb nos tecidos de algumas ostras estando acima dos limites permitidos, não sendo recomendada para o consumo humano.

De acordo com Barros e Barbieri (2012), os íons metálicos individualmente ou em combinação, constituem grande risco para o ambiente, inclusive são considerados um dos principais fatores de poluição das águas costeiras. Os autores ressaltam que em baixas concentrações, muitos dos metais são essenciais para o metabolismo de plantas e animais, atuando como pigmentos

respiratórios, bem como na formação de metaloproteínas e ativadores de complexos enzimáticos. Em contrapartida, em altas concentrações, tornam-se tóxicos e prejudiciais para os organismos aquáticos e para os seres humanos, pois interferem na ação enzimática. Pereira e Soares-Gomes (2002), Torres (2009) e Soto-Jiménez et al. (2008) citaram que elevadas concentrações de Pb nos ecossistemas ocasiona risco à vida marinha e aos humanos. No manguezal, em especial, os efeitos podem provocar redução do crescimento e fecundidade, destruição celular, alteração no desenvolvimento sexual de jovens e inibição da respiração e da fotossíntese, causando consequentemente desequilíbrio no ecossistema.

O chumbo foi encontrado no Vaza-Barris somente no período chuvoso. Segundo Santana et al. (2015), as chuvas promovem a lavagem da atmosfera, removendo as partículas em suspensão, e o arraste dos contaminantes do solo para os sistemas aquáticos. Segundo Torres (2009), para os ecossistemas aquáticos as principais fontes de Pb estão reportadas aos efluentes industriais, águas servidas e a agricultura, sendo esta última, devido ao uso de fertilizantes, corretivos e inseticidas com elevadas concentrações desse elemento. O chumbo é um elemento tóxico não essencial que se acumula no organismo humano provocando distúrbios gastrointestinais, neuromusculares e sobre o sistema nervoso central, além de causar alterações na pressão arterial e afetar negativamente o fígado, sistema renal, endócrino, reprodutivo e cardiovascular (MOREIRA; MOREIRA, 2004; SCHIFER et al., 2005; CAPITANI, 2009). Rocha et al. (2017) afirmaram que a intoxicação por Pb tem potencial de provocar efeitos irreversíveis, inclusive nos sistemas, não ocorrendo níveis deste metal que parece ser necessário, benéfico ou seguro para o organismo.

Hertika et al. (2019) analisaram os níveis de chumbo no corpo aquático, nas brânquias e no estômago de ostras *Crassostrea cucullata* e *Crassostrea glomerata*, cultivadas na região costeira do sul de East Java, Indonésia. As concentração de chumbo nas ostras ultrapassaram o limite seguro estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente. Além disso, os autores observaram que os níveis de chumbo nas brânquias e no estômago tem uma forte relação com os níveis de metalotioneína em ambas espécies de ostras. Alavian Petroody et al. (2017) verificaram que a acumulação de metais pesados nos tecidos de bivalves é afetada por fatores intrínseco e extrínsecos, como condições fisiológicas, crescimento, mudanças sazonais, pH, salinidade, temperatura, gênero e idade. Os autores ainda constataram, que o envelhecimento das ostras tem efeito negativo sobre a bioacumulação de chumbo em ostras *Saccostrea cucullata* do Qeshm Island, Irã.

Para Lucas e Barrella (2015), o ferro é um micronutriente indispensável para o bom funcionamento do metabolismo dos seres vivos e exerce grande influência na ciclagem de outros

nutrientes (fosfato), porém pode se tornar tóxico quando em excesso. O Fe que se acumula no sedimento estuarino é, geralmente, proveniente de esgotos domésticos, industriais e de área portuária. No ambiente aquático, os teores elevados de Fe afetam o crescimento do fitoplâncton, prejudicando as trocas gasosas na interface ar-oceano, além de influenciar os ciclos do carbono e do enxofre. A ingestão excessiva de ferro pode causar hemorragias, diarreias, hemocromatose e outras complicações hepáticas. A deficiência desse metal pode causar fadiga muscular, estomatite, disfagia e anemia. Esse elemento apresenta importância para o organismo vivo no tocante ao transporte do oxigênio pela cadeia HEME, da hemoglobina, à formação de citocromos e de mioglobulina, ao funcionamento das catecolaminas e dos neutrófilos. O nível diário recomendado de ingestão de ferro é de 10mg para homens e 18mg para mulheres (RAMOS, 2011).

Conforme Chissini (2015), o zinco é um metal essencial para funções biológicas, entretanto, em concentrações elevadas pode ser prejudicial para pessoas e animais, causando efeitos adversos à biota aquática. Semedo (2014) mencionou que a principal emissão natural de zinco é por erosão, já em relação a origem antrópica faz parte a mineração, a corrosão de estruturas galvanizadas, a combustão de carvão, a eliminação e incineração de resíduos, o uso de fertilizantes e agrotóxicos contendo zinco. Teores muito elevado de Zn interfere nas reações enzimáticas, nos diversos ciclos bioquímicos dos animais e das plantas, incluindo fotossíntese e formação de açúcar, síntese de proteínas, fertilidade, regulação do crescimento e defesa contra doenças. Caetano (2006) ainda citou que no ser humano a deficiência de Zn pode causar anorexia, cicatrização lenta, disfunções imunológicas e desordens de comportamento. As principais fontes alimentares desse elemento, encontram-se nas ostras, em frutos do mar, entre outros.

O manganês é um dos metais mais abundantes na crosta terrestre, sendo um elemento essencial para a vida animal e vegetal, mas o consumo ou a exposição elevada pode causar toxicidade. Martin et al. (2009) observaram que elevadas concentrações de manganês nas ostras do gênero *Crassostrea* podem prejudicar o sistema dopaminérgico, inibidor de cílios, bem como diminuir os níveis endógenos de dopamina nos gânglios cerebrais e viscerais, e nas brânquias. Em outros animais, o excesso de Mn provoca mudanças no cérebro podendo levar à impotência (danifica os testículos) e provocando efeitos adversos no sistema nervoso, respiratório e reprodutivo. No homem, o metal é absorvido no intestino delgado, sendo que a maior parte se acumula no fígado, de onde é direcionado para os demais órgãos do corpo. Contudo, a deficiência do Mn causa perda de peso, afeta a capacidade reprodutiva, a função pancreática e o metabolismo de carboidratos. O consumo ideal deve estar entre 1 a 5mg por dia, quantidade que se consegue através dos alimentos como grãos integrais, leguminosas, nozes e chás (PAGANINI et al., 2015).

Segundo Santos et al. (2017), a extração de ostras está entre as atividades de maior destaque em áreas estuarinas e de manguezais, inclusive na região Nordeste (vide Capítulo 3), a extração desses mariscos representa importante papel social e econômico para grande parte da população ribeirinha, como pode ser observado no Capítulo cinco. Freitas et al. (2017) chamaram atenção para a relevância da determinação da qualidade do ecossistema aquático e do seu grau de contaminação como parâmetro pertinente para avaliar a sanidade desses organismos, os impactos negativos provocados pela contaminação por esgotos nesse ambiente e na saúde da população estuarina. Diante disso, a regulamentação de áreas costeiras destinadas ao extrativismo e cultivo de ostras deve ser baseada em programas de monitoramento microbiológico e físico-químico, principalmente para a bioconcentração e biodisponibilidade de metais pesados como é o caso do chumbo, objetivando garantir a qualidade das ostras comercializadas, assim como a segurança alimentar dos extratores e consumidores. Tureck et al. (2006) relataram a necessidade de uma legislação específica referente aos metais pesados para o consumo de alimentos marinhos, pois a atual inclui os organismos marinhos como “peixes e produtos da pesca”.

#### 6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos neste estudo, observa-se que a ostra *Crassostrea brasiliiana*, espécie nativa do litoral sergipano, é um bom indicador das condições ambientais de manguezais, pois permitiu analisar e comparar as concentrações de cobre, ferro, zinco, manganês e chumbo em diferentes sazonalidades no manguezal do Vaza-Barris.

Com base nos dados biométricos, notou-se que todas as ostras provenientes das duas coletas apresentaram altura acima de 20mm, encontrando-se na fase adulta, o que pode ter contribuído para melhor obtenção das concentrações dos metais na área de estudo, visto que quanto mais avançado o estágio ontogenético, mas tempo as ostras encontram-se no ambiente e melhor revelam as condições ambientais. No tocante as médias dos dados biométricos, verificou-se que a estação de estiagem contou com as maiores médias de comprimento, altura e largura, porém a maior média de peso foi registrada no período chuvoso. Para os parâmetros físico-químico, constatou-se que o pH e a temperatura apresentaram-se dentro da faixa favorável para o desenvolvimento e crescimento de *C. brasiliiana*, já a salinidade mostrou-se dentro dos limites de tolerância podendo interferir na alimentação e no crescimento das ostras, e consequentemente no acúmulo de metais em seu organismo.

Em relação às concentrações dos metais presentes nos tecidos de *C. brasiliiana* na estação de estiagem (out/17), verificou-se que: Zn (19,90mg/kg) > Fe (7,05mg/kg) > Cu (1,46mg/kg) > Mn



(0,62mg/kg) e o Pb não foi encontrado; já no período chuvoso (jul/18), notou-se que: Zn (24,20 mg/kg) > Fe (9,77mg/kg) > Pb (1,03mg/kg) > Cu (1,0mg/kg) > Mn (0,91mg/kg). Dentre os metais aqui analisados, pode-se afirmar que o cobre foi o único elemento que demonstrou teores mais elevados na estação de estiagem. Enquanto isso, os demais revelaram índices maiores no período chuvoso, inclusive o Pb apareceu apenas no último período.

Averiguou-se que apenas o cobre encontrou-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, não representa risco ambiental e nem humano, sendo permitido o consumo das ostras. Os índices de ferro foram superiores ao limite determinado pela World Health Organization (WHO), bem como os de manganês que também foram acima do limite determinado pela Environmental Protection Agency (EPA), para esses metais foram adotados padrões internacionais, já que a legislação brasileira não estabelece limites para os mesmos. Os teores de zinco apresentados para as duas estações foram superiores ao limite estabelecido pela legislação brasileira, assim como o índice de chumbo registrado na coleta de 2018.

Os elementos ferro, zinco e manganês mesmo sendo considerados micronutrientes essenciais, teores elevados dos mesmos tornam-se tóxicos e prejudiciais para os organismos aquáticos e para o homem. Além disso, elevadas concentrações de Pb nas ostras representa risco à vida marinha e aos humanos provocando grande preocupação ecológica reportada aos impactos ambientais ocasionados pela liberação antrópica desse metal nos inúmeros ambientes naturais, inclusive nos manguezais e nas áreas estuarinas presentes em Sergipe.

Portanto, é necessário o desenvolvimento de futuras investigações e estudos adicionais, incluindo pesquisas com outras espécies de moluscos, sedimentos e água, nesta e em outras áreas próximas, com a finalidade de poder identificar as possíveis fontes geradoras desses metais e os fatores que estão contribuindo para a biodisponibilidade e bioconcentração no manguezal do Vaza-Barris. Também é imprescindível a criação de legislação específica que estabeleça os limites de concentrações de metais pesados para os diferentes tipos de pescados, bem como de ferro e manganês para que não seja necessário recorrer à legislação internacional.

Por fim, é preciso eficiência no estabelecimento de medidas higiênico-sanitária para o acompanhamento físico, químico e microbiológico do ambiente de origem das ostras, visto que nas últimas décadas a extração, comercialização e consumo desses organismos têm aumentado consideravelmente, tornando-se uma fonte de renda relevante para a economia das comunidades pesqueiras não somente em Sergipe, mas também em muitos estados brasileiros.

Os parâmetros físico-químicos desempenham relevante papel sobre os organismos aquáticos, principalmente em se tratando de invertebrados marinhos, como as ostras que utilizam de estratégias fisiológicas e comportamentais para manter o funcionamento equilibrado do seu organismo. Logo, o próximo capítulo, elaborado na forma de artigo, será submetido ao **Journal of Coastal Research**, tem como foco a análise da influência de salinidade, pH e temperatura sobre a espécie de ostra *Crassostrea brasiliana* nativa de manguezal do Vaza-Barris.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora; em especial ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS), pelo auxílio e apoio da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABSHER, T.M.; VERGARA, E.M.; CHRISTO, S.W. Growth and allometry of the larval shell of the Brazilian oyster *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) (BIVALVIA: OSTREIDAE). *Ophelia*, v.53, n.2, p.105-112, 2000.
- AKABOSHI, S.; PEREIRA, O. M. Ostreicultura na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. I. Captação de larvas de ostras, *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819), em ambiente natural. **Boletim do Instituto de Pesca**, p. 87-104, 1981.
- ALAVIAN PETROODY, S.S.; HAMIDIAN, A. H.; ASHRAFI, S.; EAGDERI S.; KHAZAEI, M. Study on age-related bioaccumulation of some heavy metals in the soft tissue of rock oyster (*Saccostrea cucullata*) from Laft Port – Qeshm Island, Iran. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v.16, n.3, p.897-906, 2017.
- ARAGÃO, M. C.O; MELO e SOUZA, R. **O cotidiano da pesca artesanal na Ilha Mem de Sá-Itaporanga D'Ajuda**. Disponível em: <http://www.costeiros.ufba.br/Semin%C3%A1rio/Eixo%201/ARAG%C3%83O,%20M.%20C.O,%20SOUZA,%20R.%20M.e%20O%20cotidiano%20da%20pesca%20artesanal%20na%20ilha%20Mem%20de%20S%C3%A1-Itaporanga%20d'Ajuda.PDF>. Acessado em: 09 dez. de 2016.
- AMARAL, M. C. R.; REBELO, M. F.; TORRES, J. P. M.; PFEIFFER, W. C. Bioaccumulation and depuration of Zn and Cd in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828) transplanted to and from a contaminated tropical coastal lagoon. **Marine Environmental Research**, v.59, p. 277-285, 2005.
- AZLISHAM, M.; VEDAMANIKAM, V. J.; SHAZILLI, N. A. M. Concentrations of cadmium, manganese, copper, zinc, and lead in the tissues of the oyster (*Crassostrea iredalei*) obtained from Setiu Lagoon, Terengganu, Malaysia. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v.91, n.2, p.251-258, 2009.
- BARROS, D.; BARBIERI, E. Análise da ocorrência de metais: Ni, Zn, Cu, Pb e Cd em ostras (*Crassostrea brasiliana*) e sedimentos coletados no Estuário de Cananeia-SP (Brasil). **Revista Mundo da Saúde**, São Paulo, v36, n.4, p. 635-642, 2012.
- BRASIL. Decreto Nº 55. 871, de 26 de março de 1965. Dispõem sobre normas regulamentadoras do emprego de aditivos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abr.1965, Seção 1.
- BRASIL. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. Portaria Nº.685, de 27 de agosto de 1998. Fixa limites máximo de tolerância de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de set. 1998.
- BENDATI, M. M. A. **Avaliação das concentrações de Cd, Cr, Pb, Cu e Zn em amostras de água, sedimento e *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) (Mollusca: Bivalvia) no Guaíba, RS**. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p.120, 1997.

BURATTINI, S.V.; BRANDELLI, A. Bioacumulação. **In:** ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Ed.) *Ecotoxicologia Aquática. Princípios e Aplicações*. São Carlos: RiMA, p. 55-88, 2006.

CAJUSTE, L. J.; CARRILLO, G. R.; COTA G. E.; LAIRD, R. J. The distribution of metals from wastewater in the Mexican Valley of Mezquital. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 57, n.58, p. 763-771, 1991.

CAETANO, R. **Biodisponibilidade de zinco de ostras (*Crassostrea gigas*) cultivadas em Florianópolis / S.** Dissertação (Mestrado em Nutrição), Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, p.90, 2006.

CAPITANI, E. M. Metabolismo e toxicidade do chumbo na criança e no adulto. **Medicina** (Ribeirão Preto), v.42, n.3, p.278-86, 2009.

CARNEIRO, C. S.; MÁRSICO, E. T.; JESUS, E. F. O.; RIBEIRO, R. O. R. & BARBOSA, R. F. Trace elements in fish and oysters from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro- Brazil) determined by total reflection X-ray fluorescence using synchrotron radiation. **Chemistry and Ecology**, v.27, n.1, p.1-8, 2011.

CASTILHO-WESTPHAL, G. G. **Ecologia da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em manguezais da baía de Guaratuba-PR.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal do Paraná, p.118, 2012.

CHISSINI, C. R. C. **Adequação de parâmetros físicos e químicos de efluente industrial e relação com a toxicidade.** 97. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências Ambientais), Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, RS, p.97, 2015.

CHRISTO, S. W.; IVACHUK, C. S.; VERONESE, F. C.; FERREIRA-JR, A. L.; ABSHER, T. M. Descrição alimentar e estágio de maturação de *Crassostrea brasiliana* comercializadas no mercado municipal de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science. Technology**, v.19, n.2, 2015.

CPRM. **Estado de Sergipe.** Disponível em<<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Estado-de-Sergipe-395.html>>. Acesso em: 2 de abr. 2019.

CRAVALHO, M. E. S. **A questão hídrica na bacia sergipana do rio Vaza-Barris.** Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, p.371, 2010.

CRAVALHO, M. E. S. Riscos e vulnerabilidades socioambientais na bacia costeira do rio Vaza-Barris/Sergipe/Brasil: contribuições para o planejamento e gestão ambiental. **In:** VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2015. Disponível em:< [http://www.aprh.pt/ZonasCosteiras2015/pdf/2B1\\_Artigo\\_056.pdf](http://www.aprh.pt/ZonasCosteiras2015/pdf/2B1_Artigo_056.pdf)>. Acessado em: 02 mai. de 2016.

CASTELLO, B. F. L. **Avaliação dos teores de As, Cu, Cd, Ni e Zn em ostras, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), nas baías de Paranaguá e Guaratuba, Paraná.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Universidade Federal do Paraná, Paraná, p.67, 2010.

CAVALCANTI, A. D. Monitoramento da contaminação por elementos traço em ostras comercializadas em Recife, Pernambuco, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.5, p.1545-1551, 2003.

COSTA, P.F. Biologia e tecnologia para o cultivo. In: Brasil. Ministérios da Marinha. Instituto Nacional de Estudos do Mar. **Manual de Maricultura**. Rio de Janeiro, Cap.VIII, parte B. Information Division. 1985.

DINIZ, S. S. **Avaliação da taxa de Assentamento da “ostra nativa” *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em Ponta dos Mangues, Pacatuba-SE.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade federal de Pernambuco, Pernambuco, p.69, 2001.

ESPINDOLA, E. L. G.; BOTTA-PASCHOAL, C. M. R.; ROCHA, O.; BOHRER, M. B. C.; OLIVEIRA-NETO, A. L. Ecotoxicologia: Perspectiva para o Século XXI. São Carlos: Rima, 2000.

FREITAS, F.; NEIVA, G. S.; CRUZ, E. S.; SANTANA, J. M.; SILVA, I. M. M.; MENDONÇA, F. S. Qualidade microbiológica e fatores ambientais de áreas estuarinas da Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape (Bahia) destinadas ao cultivo de ostras nativas. **Eng Sanit Ambient**, v.22 n.4, 723-729, 2017.

FRÍAS-ESPERICUETA, M. G.; J. I. OSUNA-LÓPEZ, F. PÁEZ-OSUNA. Gonadal maturation and trace metals in the mangrove oyster *Crassostrea corteziensis*: seasonal variation. *Science of The Total Environment*. v. 231, 115-123, 1999.

GALVÃO M. S. N.; PEREIRA O. M.; MACHADO, I. C.; HENRIQUE M. B. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP (25°S; 48°W). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, p.147-162, 2000.

GALVÃO, P. M. A.; REBELO, M. F.; GUIMARÃES, J. R. D.; TORRES, J. M. P.; MALM, O. Bioacumulação de metais em moluscos bivalves: aspectos evolutivos e ecológicos a serem considerados para a biomonitoração de ambientes marinhos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 59-66, 2009.

GALVÃO, M. S. N. **Identificação molecular e avaliação da diversidade genética populacional de ostras do gênero *Crassostrea* do complexo estuarino-lagunar de Cananéia, SP: contribuição ao manejo sustentável do recurso pesqueiro.** Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo, p.198, 2010.

GOMES, C. H. A. M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório.** Dissertação (Mestrado em Pesca), Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, p.57, 2009.

GOMES, M. V. T.; SATO, Y. Avaliação da contaminação por metais pesados em peixes do Rio São Francisco à jusante da represa de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 24-30, 2011.

GÓNGORA-GÓMEZ, A. M.; GARCÍA-ULLOA, M.; MUÑOZ-SEVILLA, N. P.; DOMÍNGUEZ-OROZCO, A. L.; VILLANUEVA-FONSECA, B. P., HERNÁNDEZ-SEPÚLVEDA, J. A.; IZAGUIRRE, R. O. Heavy-metal contents in oysters (*Crassostrea gigas*) cultivated on the southeastern coast of the Gulf of California, Mexico, **Hidrobiológica**, v.27, n.2, p.219-227, 2017.

HERTIKA, A. M. S.; KUSRIANI, K.; INDRAYANI, E.; YONA, D.; PUTRA, S. R. B. D. Metallothionein expression on oysters (*Crassostrea cuculata* and *Crassostrea glomerata*) from the southern coastal region of East Java. **F1000 Research**, n.63, p. 1-13, 2019.

LANGO-REYNOSO, F.; CHÁVEZ-VILLALBA, J.; COCHARD, J. C.; LE PENNEC, M. Oocyte size, a means to evaluate the gametogenic development of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). **Aquaculture**, v.190, p.183-199, 2000.

LEAL, D. A. G. **Avaliação da contaminação de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) por espécies de *Cryptosporidium* e *Giardia* em um ambiente de estuário do litoral de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, p.201, 2008.

LEGAT, J. F. A. **Reprodução e cultivo de *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) nos estados de Maranhão e Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Pesca), Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, p.120, 2015.

LENZ, T. M. **Biologia reprodutiva da ostra-do-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Bivalvia: Ostreidae) como subsídio à implantação de ostreicultura na Baía de Camamu (BA). Ilhéus-BA**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Universidade Estadual de Santa Cruz, p.54, 2008.

LENZ, T.; BOEHS, G. Ciclo reproductivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Bahia, Brasil. **Revista de Biología Tropical**, v.59, n.1, p.137-149, 2011.

LUCAS, A. A. C.; BARRELLA, W. Ecologia de Ecossistemas Aquáticos e a Importância do Elemento Ferro (Fe)- Aspectos Teóricos e Roteiro de Atividade Prática de Laboratório (Medir a concentração de Ferro (Fe) em solução aquosa). **UNISANTA BioScience**, v.4, p. 7- 17, 2015.

MACHADO, I. C.; MAIO, F. D.; KIRA, C. S.; CARVALHO, M.F.H. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliensis* do estuário de Cananéia-SP, Brasil Rev. Inst. Adolfo Lutz, v.61, n.1, p.13-18, 2002.

MAMEDE, T. C. A. **Biomonitoramento por *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1928) e percepção de risco socioambiental na Baía de Todos os Santos, Bahia**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Universidade Federal da Bahia, p.120, 2012.

MARTIN, K.; HUGGINS, T.; KING, C.; CARROLL, M. A.; CATAPANE, E. J. The Neurotoxic Effects of Manganese on the Dopaminergic Innervation of the Gill of the Bivalve Mollusc, *Crassostrea virginica*. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, v.148, n.2, p.152-159, 2008.

MASUTTI, M. B.; PANITZ, C. M. N.; PEREIRA, N. C. Biodisponibilidade e bioconcentração de metais-traço no manguezal de Itacorubi (Florianópolis, SC). **In: ESPINDÓLA, E. L. G. et al. Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI.** Editora Rima, 564 p. 2000.

MELO, A. S.; NETTO, A. O. A.; NETO, J. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.93-98, 2006.

MILAZZO, A. D. D. **Biodisponibilidade e bioconcentração de metais em ecossistema manguezal do estuário do rio São Paulo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geoquímica), Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, p.87, 2011.

MILAZZOA, A. D. D.; MELO, E. G. V.; LIMA, E. P.; CRUZ, M. J. M. Biometric Aspects and Seasonal Metal Concentration in *Crassostrea rhizophorae* in São Paulo River Estuary, Brazil. **International Journal of Research in Environmental Science**, v.4, n.2, 22-24, 2018.

MONTANHINI NETO, R. **Influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras *Crassostrea* (SACCO, 1897) na Baía de Guaratuba, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária), Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Paraná, p.64, 2011.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.

MORAES, R. Estudos sobre Poluição Marinha: Importância e Perspectivas. **Efeitos de Poluentes em Organismos Marinhos**, Rio de Janeiro, 2011.

MOREIRA, F.R; MOREIRA, J.C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Rev Panam Salud Publica**, v.15, n.2, p.119–29, 2004.

NUNES, F. F. V. **Sanidade de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) cultivada na reserva extrativista marinha Baía do Iguapé, Bahia.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Animal Tropical, Universidade Federal Rural de Pernambuco, p.132, 2016.

OLIVEIRA, J. S.; PEREIRE, S. F. P. P.; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, G. R. F. O uso do cabelo como bioindicador das condições nutricionais da população da cidade de altamira-PA. **48º Congresso Brasileiro de Química**, Química na Proteção ao Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 2008.

PAGANINI, E. R.; MANZINI, F. F.; PLICAS, L. M. A. Comportamento da concentração do metal manganês no solo de acordo com a sazonalidade. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 8, 2015, pp. 42-56.

PAULA, M. Inimigo invisível: metais pesados e a saúde humana. **Tchê Química**, v. 3, n. 6, p. 37-44, 2006.

PEREIRA, O. M.; MACHADO, I. C.; HENRIQUES, M. B., YAMANAKA, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-

lagunar de Cananéia-SP (25° S, 48° W). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, n.2, p.163 - 174, 2001.

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; MACHADO, I. C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.29, n.1, p.19-28, 2003.

PIETERSE, A.; PITCHER, G ; NAIDOO, P. ; JACKSON, S. Growth and Condition of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* at Three Environmentally Distinct South African Oyster Farms. **Journal of Shellfish Research**, v. 31, n.4, p.1061-1076. 2012.

RAMOS, S. V. C. **Avaliação a concentração de metais traço em ostra de mangue (*Crassostrea rhizophorae* guilding, 1828), sururu (*Mytella charruana d'orbigny, 1846*) e sedimentos superficiais no estuário do rio Formoso, Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, p.184, 2011.

REPULA, C. M. M; CAMPOS, B. K.; GANZAROLLI, E. M.; LOPES, M. C; QUINÁIA, S. P. Biomonitoramento de Cr e Pb em peixes de água doce. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 905-909, 2012.

ROCHA, R; PEZZINI, M. F.; POETA, J. Fontes de contaminação pelo chumbo e seus efeitos tóxicos na saúde ocupacional. **Ciência em Movimento Biociências e Saúde**, v.19, n.9, p.23-32, 2017.

ROJAS, M. O. A. I.; CAVALCANTE, P. R. S.; SOUZA, R. C.; DOURADO, E. C. S. Teores de zinco e cobre em ostra (*Crassostrea rhizophorae*) e sururu (*Mytella falcata*) do estuário do rio Bacanga em São Luís (MA). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v.20, n.1, 2007.

SANTANA, L. M. B. M.; LOTUFO, L. C.; ABESSA, D. M. S. A contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil-Revisão. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.48, n.2, p. 93-115, 2015.

SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, L. C. L.; CURADO, F. F.; AMORIM, L. O. Caracterização e desenvolvimento de quintais produtivos agroecológicos na comunidade Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda-Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n.2, p.100-111, 2013.

SANTOS, S. A. A. **Pesquisa de protozoários Apicomplexa em ostras *Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828 (Bivalvia: Ostreidae) da Baía de Todos os Santos- Bahia**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Zoologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, p.67, 2014.

SANTOS, S. S.; Norma Suely EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; BARRETO, L. M. Cadeia produtiva de ostras no Baixo Sul da Bahia: um olhar socioeconômico, de saúde pública, ambiental e produtivo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.5, n.1, p.10-21, 2015.

SCHIFER, T. S; BOGUSZ JUNIOR, S; MONTANO, M. A. E. Aspectos toxicológicos do chumbo. **Infarma**, v.17, nº 5/6, 2005.



SEYLER, P. T.; BOAVENTURA, G. R. Distribution and partition of trace metals in the Amazon basin. **Hydrological Processes**, v. 17, p. 1345-1361, 2003.

SHENAI-TIRODKAR P. S.; GAUNS, M. U.; ANSARI, Z. A. Concentrations of Heavy Metals in Commercially Important Oysters from Goa, Central-West Coast of India. **Bull Environ Contam Toxicol**. v.97, n.6, p.813-819, 2016.

SILVA, A. I. M.; VIEIRA, R. H. S. F.; MENEZES, F. G. R.; FONTELES-FILHO, A. A.; TORRES, R. C. O.; SANTANNA, E. S. Bacteria of fecal origin in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in the cocó river estuary, Ceará state, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34. p. 126-130, 2003.

SILVA, C. A. R.; RAINBOW, P. S.; SMITH, B. D.; SANTOS Z. L. Biomonitoring of trace metal contamination in the potengi estuary, Natal (Brazil), using the oyster *Crassostrea rhizophorae*, a local food source. **Water Research**. v. 35, n. 17, p. 4072-4078, 2001.

SIQUEIRA, M. M. M. **Medidas do comportamento organizacional**: ferramentas de diagnóstico e de gestão. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SOARES, A. M. B.; SILVA, C. A. R. **Especiação e concentração de metais pesados nos sedimentos superficiais e ostras *Crassostrea rhizophorae* no estuário do rio Açu**: Dados Preliminares. Disponível em:<  
[http://www.iepa.ap.gov.br/temp1/IEPA/CPAq/PETRORISCO/OUTROS/AndreaSoares\\_resumo\\_Petrorisco\\_RN.pdf](http://www.iepa.ap.gov.br/temp1/IEPA/CPAq/PETRORISCO/OUTROS/AndreaSoares_resumo_Petrorisco_RN.pdf)>. Acessado em: 12 dez. de 2015.

TORRES, R, F. **Disponibilidade dos metais cobre e chumbo em um canal de maré receptor de efluentes de carcinicultura**. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, p.134, 2009.

TURECK, C. R.; OLIVEIRA, T. M. N.; CREMER, M. J.; BASSFELD, J. C. Avaliação da concentração de metais pesados em tecidos de ostra *Crassostrea gigas* (Molusca, Bivalve) cultivadas na Baía de Babitonga, litoral norte de Santa Catarina. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 16, 2006.

VASCO, A. N.; JÚNIOR, A. V. M.; SANTOS, A. C. A. S.; RIBEIRO, D. O.; TAVARES, E. D.; NOGUEIRA, L. C. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza-Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. **Scientia Plena**, v. 6, n. 9, 2010.

VINCENTE-MARTORELL, J. J.; GALINDORIAÑO, M. D.; GARCIA-VARGAS, M.; GRANADO-CASTRO, M. D. Bioavailability of heavy metals monitoring water, sediments and fish species from a polluted estuary. **Journal of Hazardous Materials**, v. 162, p. 823-836, 2009.

ZANETTE, J.; MONSERRAT, J. M.; BIANCHINI, A. Biochemical biomarkers in gills of mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* from three Brazilian estuaries. **Comparative Biochemistry and Physiology**, n.143, p. 187-195, 2006.

## **CAPÍTULO 7**

### **AVALIAÇÃO E INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) NO MANGUEZAL DO RIO VAZA-BARRIS, SERGIPE**

## 7. AVALIAÇÃO E INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) NO MANGUEZAL DO RIO VAZA-BARRIS, SERGIPE<sup>8</sup>

Josevania de Oliveira

Rosemeri Melo e Souza

Edilma de Jesus Andrade

**Resumo:** o presente estudo objetivou analisar a influência dos parâmetros ambientais (salinidade, pH e temperatura) sobre *Crassostrea brasiliana* nativa do manguezal do rio Vaza-Barris, em Sergipe. Para tal, foram realizadas coletas nos períodos de ago/16, out/17 e jul/18, dos exemplares de ostras, e medidas de temperatura, pH e salinidade. Os resultados apontaram que a temperatura (25,4°C e 29,3°C) e o pH (7,4 a 8,6) se mostraram favoráveis para o desenvolvimento de *C. brasiliana*, diferentemente da salinidade (10,11‰ a 10,25‰) que esteve dentro da faixa de tolerância. Todos os exemplares encontraram-se em estágio adulto e em atividade sexual. Na Ilha Mem de Sá (ago/16) ocorreu predominância de organismos de sexo indeterminado (46,70%) e menor porcentagem de fêmeas (20,00%); já em São Cristóvão observou-se semelhança na proporção de fêmeas nos dois períodos (out/17 e jul/18), com predominância de fêmeas, seguida de indeterminados e machos. Não foi registrado indivíduo hermafrodita em nenhum período estudado. Os dados demonstraram que *C. brasiliana* se reproduz continuamente ao longo do ano no estuário Vaza-Barris, com maior atividade reprodutiva nos meses com temperaturas e pH mais elevados e salinidades mais baixas (outubro).

**Palavras-chaves:** Estágio gonadal; Fatores ambientais; Manguezal; ostra.

**Abstract:** This study analyzes the influence of environmental parameters (salinity, pH, and temperature) on *Crassostrea brasiliana* from the Vaza-Barris mangrove, in Sergipe. Temperature, pH, salinity and the sample of *Crassostrea brasiliana* were collected during August/16, October/17 and July/18. Temperature (25.4°C and 29.3°C) and pH (7.4 to 8.6) results were in the favorable range for the development of *C. brasiliana*, although salinity (10.11 ‰ to 10.25 ‰) was within the tolerance range. All specimens were found in the adult stage and capable of sexual activity. There was a predominance of undetermined sex organisms (46.70%) and a lower percentage of females (20.00%) in Mem de Sá Island (August/16); in São Cristóvão the proportion of females was similar in the two periods (out/17 and jul/18), and the female specimens were predominant, followed by males and undetermined. No hermaphrodite individual was found. The data show that *C. brasiliana* reproduces continuously throughout the year in Vaza-Barris estuary, with higher reproductive activity in months with higher temperatures and pH and lower salinity levels (October).

**Keywords:** Gonadal stage; Environmental factors; Mangrove; Oyster.

### 7.1. INTRODUÇÃO

Os parâmetros ambientais desempenham relevante papel sobre os organismos aquáticos. De acordo com Foster et al. (2010), invertebrados marinhos e estuarinos utilizam estratégias fisiológicas e comportamentais para manter o funcionamento equilibrado do seu organismo, principalmente quando submetido a alterações de salinidade, temperatura e pH do meio. Quayle (1981) ressaltou que os Ostreidae, por apresentar tolerância e resistência às variações ambientais, tornou-se um grupo

<sup>8</sup> O referido artigo está em fase de confecção (normas) e será submetido ao **Journal of Coastal Research**.

capaz de ocupar diferentes habitats marinhos, sendo encontrado desde regiões costeiras com águas limpas e de alta salinidade, como também de estuário onde as águas transportam muito sedimento em suspensão e têm salinidade variável.

A importância das ostras para o ser humano é bastante diversificada, desde uso como bioindicadores de poluição ambiental, produção de pérolas e madrepérola para ornamentação, fonte de cálcio e de alimentação (AMARAL, 2010). A ostra é um organismo aquático marinho pertencente ao filo Mollusca, classe Bivalvia e família Ostreidae (RIOS, 1994), representada por várias espécies, dentre elas *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819), conhecida vulgarmente como ostra do mangue, frequentemente encontrada na costa brasileira (GRADVOHL, 2014). Seu primeiro registro para o Brasil ocorreu a partir da década de 1970 (SIQUEIRA, 2008).

*C. brasiliiana* ocorrem preferencialmente em ambientes marinhos, desde regiões polares até o equador, em águas rasas, tem hábito de vida predominante bentônico, alimenta-se por filtração e apresenta uma grande capacidade de acumular substâncias em seus tecidos. A anatomia corporal é constituída pelo manto, músculos paliais e adutores, brânquias, massa visceral e pé (AMARAL, 2010). A concha possui duas valvas com plano de simetria por entre ambas. As valvas articulam-se numa charneira que possui, geralmente, dentes, fechando-se devido à ação dos músculos adutores.

Os representantes de *C. brasiliiana* apresentam concha com formato ovoide, larga e delgada, de tonalidade esverdeada ou amarronzada, com feixes brancos. Com valva inferior (esquerda) em forma de taça rasa, com leve depressão sob o umbo e a valva superior (direita) opercular e larga. O músculo adutor localizado na região póstero-dorsal, na maioria das vezes, com formato arredondado. A presença de ornamentações na face externa da valva depende diretamente da ação das marés (AMARAL, 2010). Podem ser encontrados fixados às raízes aéreas ou sobre zonas intertidais e costões rochosos (CASTILHO-WESTPHAL, 2012). Geralmente, apresentam resistência e tolerância às variações das condições ambientais, permitindo que os mesmos ocorram em diferentes habitats marinhos, desde regiões costeiras com alta salinidade até estuários, onde a salinidade geralmente é baixa.

*Crassostrea brasiliiana* é uma espécie abundante no litoral sergipano e a facilidade de captura torna a exploração mais frequente. Apresenta importância econômica e social para a região, onde ocorrem bancos naturais na área entre-marés e infralitoral. Nas populações dessa espécie ocorrem simultaneamente indivíduos machos, fêmeas e hermafroditas, ou seja, as gônadas primárias são bissexuais, visto que as variações de salinidade contribuem para a predominância de um determinado sexo dentro de uma mesma população. Os representantes de *C. brasiliiana* desovam

durante todo o ano, porém é de dezembro a maio o período em que ocorre desova massiva. Este processo é estimulado, naturalmente, por meio de choque térmico (GOMES, 2009).

Os exemplares de *C. brasiliiana* não apresentam dimorfismo sexual macroscopicamente, sendo identificado o estágio gonadal através da histologia gonadal. A maturação dos indivíduos ocorre, normalmente, quando atinge aproximadamente 20mm de comprimento. Segundo Amaral (2010), essa é a principal espécie de ostra nativa de interesse comercial da costa brasileira, sendo considerada de grande porte, podendo chegar a 20 cm de altura. O desenvolvimento da espécie inclui fases larvais, visto que o desenvolvimento larval é dividido em quatro fases: trocófora, larva D, umbo e pedivéliger, sendo que a duração desse processo ocorre entre 20 a 22 dias no plâncton.

A salinidade e o pH, juntamente com as partículas sólidas em suspensão, interferem na taxa de filtração da água e consequentemente na obtenção de alimento e acúmulo de substâncias nos tecidos das ostras. Vinatea (1999) ainda mencionou que a temperatura é um dos principais fatores limitantes em diversos processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica dos organismos, bem como o crescimento, taxa de alimentação e metabolismo. Além disso, a temperatura também é um parâmetro importante, pois atua no processo de reprodução das ostras. Mesmo esses organismos se reproduzindo durante todo o ano, são nos períodos mais quentes que ocorrem à reprodução massiva. Wieloch (1990) também relatou a influência da temperatura da água no período de gametogênese e da eliminação de gametas, bem como a alteração da salinidade do meio que leva ao fechamento das valvas, e consequentemente interfere no processo de alimentação.

Atualmente, poucos trabalhos tratam diretamente da influência da temperatura, salinidade e também do pH sobre as ostras do gênero *Crassostrea*. Para o estado do Maranhão, Ramos e Castro (2004) observam as variáveis físico-químicas que influenciam no crescimento dos exemplares de *Crassostrea rhizophora*, ostra nativa do estuário de Paquatua no município de Alcântara. Constatam que as variáveis físico-químicas que tiveram influência mais significativa no crescimento da ostra foi o material particulado em suspensão, a velocidade de corrente, a salinidade e o Oxigênio Dissolvido (OD).

Em Sergipe, Siqueira (2008) fez a avaliação temporal de parâmetros abióticos ligados à produção de sementes de ostras nativas do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) no rio Vaza-Barris. Notou-se que a turbidez foi o único parâmetro abiótico que mostrou correlação positiva com o número de sementes fixadas, visto que a salinidade, temperatura e pluviosidade não tiveram correlação significativa, porém, os valores de pH e OD (Oxigênio Dissolvido) se mostraram

favoráveis ao cultivo. Silva (2015) realizou um estudo com as espécies de ostras do gênero *Crassostrea* presentes nos estuários do São Francisco, Vaza Barris e Piauí-Real em Sergipe. A partir desse, observou-se que a salinidade foi um fator preponderante para a fixação das espécies no substrato, pois nas regiões de baixa salinidade foi mais comum à presença de *Crassostrea brasiliiana*, diferentemente de *C. rhizophora* que apareceu em maior número em regiões onde a salinidade era mais alta.

No Paraná, Brito (2008) avaliou o crescimento da ostra nativa *Crassostrea* sp. em diferentes salinidades em condições controladas, para testar a hipótese de que o crescimento em altas salinidades é viável. O resultado do experimento demonstrou que as ostras conseguem crescer e sobreviver em salinidades típicas de mar aberto, porém elas necessitam de um tempo de adaptação, de forma que o cultivo da *Crassostrea* sp. em mar aberto poderá tornar-se uma alternativa de renda para os produtores. Montanhini Neto (2011) analisou a influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba, em Curitiba. Verificou-se que a sazonalidade, temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD) e a turbidez da água foram os fatores ambientais que mais interferiram tanto no ciclo reprodutivo quanto no crescimento dos animais em cultivo.

Ainda no Paraná, Ramos (2011) estudou e avaliou a importância dos fatores ambientais sobre o cultivo de ostras *Crassostrea* na Baía de Guaratuba. Evidenciam que a sazonalidade, temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD) e a turbidez da água foram as variáveis ambientais que mais interferiram tanto no ciclo reprodutivo quanto no crescimento dos animais em cultivo. Castilho-Westphal (2012) realizou um estudo relacionado a biologia e a ecologia da espécie *Crassostrea brasiliiana*, e a partir dos resultados notou-se uma intensa atividade extrativista de ostras por comunidades locais de baixa renda, havendo risco na manutenção dos bancos naturais de *C. brasiliiana* na Baía de Guaratuba.

Em Alagoas, Vilar (2012) verificou as variáveis ambientais que mais influenciam o crescimento das ostras *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) cultivadas na Barra de São Miguel. Os resultados mostram que a salinidade teve forte correlação positiva com a taxa de crescimento mensal, e a temperatura uma correlação negativa com os parâmetros de comprimento das conchas. Gomes et al. (2014) analisaram a influência da temperatura e da salinidade no ciclo reprodutivo de *Crassostrea brasiliiana* (*C. gasar*) na Praia Sambaqui, em Florianópolis, Santa Catarina. Os resultados obtidos demonstraram que os maiores valores do índice de condição foram presenciados nos meses de novembro e dezembro, pois foi nesse período que a temperatura da água do mar foi gradualmente aumentando. Também se notou que o regime de salinidade influenciou o

desenvolvimento do tecido gonadal das ostras, visto que quando a salinidade atingiu 24% ocorreu um maior desenvolvimento reprodutivo.

Para o Pará, Funo et al. (2015) avaliaram o efeito da salinidade sobre o crescimento e a sobrevivência da ostra do mangue da espécie *Crassostrea gasar*, obtida com coletores artificiais em um sementeiro localizado na comunidade de Lauro Sodré no município de Curuçá. Observam elevada sobrevivência das ostras na faixa de salinidade entre 10 e 45, porém valores significativamente superiores de sobrevivência foram obtidos nas salinidades de 20 e 25, enquanto em 5 registraram-se menores porcentagens de sobrevivência.

Ainda para o Pará, Figueiredo (2015) monitorou a qualidade físico-química da água de cultivo de ostras *C. rhizophorae* nos municípios Augusto Corrêa e São Caetano, baseando-se nos critérios legais de avaliação de qualidade. Verificou-se que as condições físico-químicas da água de cultivo apresentaram-se dentro dos limites legais, com exceção da turbidez e da concentração de fósforo, que indicaram valores acima do estabelecido, e a concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) da água com valores abaixo do determinado na resolução, sugerindo que essas variáveis foram mais favoráveis à ostreicultura na estação seca.

Nos últimos anos observa-se o aumento no desenvolvimento de pesquisas reportado às ações dos fatores ambientais sobre as ostras, isso ocorre devido alguns fatores, como a redução dos recursos pesqueiros naturais e a necessidade de cultivo. Porém, é preciso compreender como a temperatura, salinidade e pH atuam na velocidade dos processos metabólicos influenciando na sobrevivência, no desenvolvimento e no comportamento das ostras do gênero *Crassostrea*. Siqueira et al. (2010) destacaram a importância do conhecimento sobre a influência das variáveis ambientais, principalmente para os produtores de ostras nativas. Christo (2006) reforçou a necessidade de informações referente à qualidade da água e dos aspectos ambientais que interferem no desenvolvimento dos moluscos.

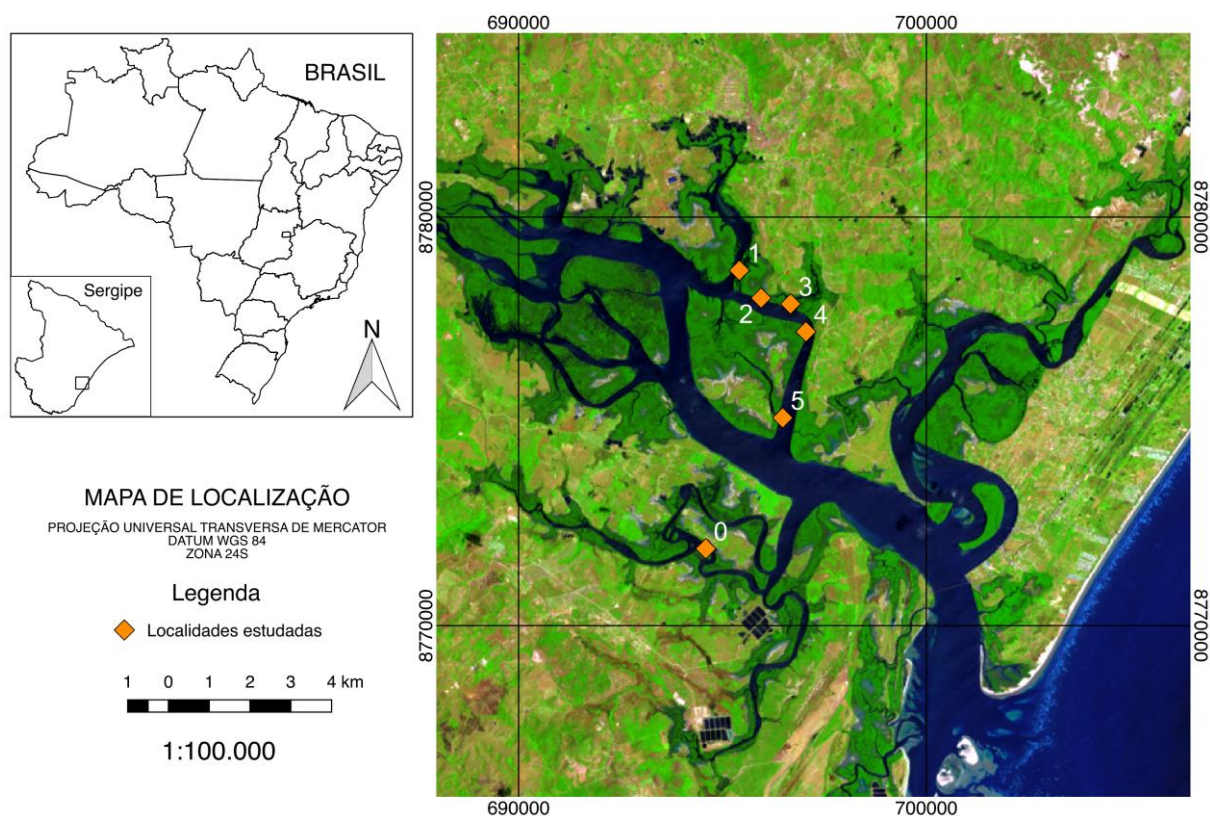
Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo principal analisar, em diferentes sazonalidades (período chuvoso e de estiagem), a influência dos parâmetros ambientais (salinidade, pH e temperatura) sobre a espécie de ostra *Crassostrea brasiliiana* nativa do manguezal do rio Vaza-Barris, Sergipe. O referido estudo poderá auxiliar no desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas à ação dos fatores ambientais no desenvolvimento de ostras presentes nos manguezais sergipanos.

## 7.2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.2.1. Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no estuário do rio Vaza-Barris, que nasce no estado da Bahia e deságua no oceano Atlântico em Sergipe (Figura 7.1). A sua foz encontra-se em Sergipe, corresponde a 152km de comprimento e cerca de 115km<sup>2</sup> em área. Sergipe detém 2.559km<sup>2</sup> da área total dessa bacia, com uma planície costeira formada por terraços marinhos e áreas estuarinas, sendo que este último abrange os municípios de São Cristóvão e de Itaporanga D'Ajuda. Essa bacia, no território sergipano, abriga uma população de cerca 748.365 habitantes, onde 80,4% ocupam a zona urbana e 19,6% a zona rural (ALCÂNTARA, 1999).

Figura 7.1 - Localização da área estuarina do rio Vaza-Barris, Sergipe, com os pontos de coleta.



Fonte: CPRM, EarthExplorer.

O clima na bacia costeira de Sergipe é do tipo Megatérmico Úmido e Sub-Úmido, com moderado déficit de verão, com temperatura média de aproximadamente 25,5 °C, precipitação pluviométrica anual entre 1.100mm a 1.500mm. Apresenta uma vegetação formada por Mata Atlântica, Campo de restinga, Mangue, Cerrado, Tabuleiros Costeiros e Dunas. Atualmente,



observa-se que grande parte da vegetação do cerrado e das matas foi removida para exploração agropecuária. As áreas de manguezais e restingas também têm sido suprimidas para a expansão de empreendimentos de aquicultura, principalmente de carcinicultura (MELO et al., 2006; VASCO et al., 2010; CARVALHO, 2012).

### 7.2.2. Coleta de dados

Inicialmente foi realizada uma visita de reconhecimento da área de estudo e uma coleta piloto na Ilha Mem de Sá (ponto 0), em agosto/2016. Em seguida, foram selecionados cinco pontos no estuário do rio Vaza-Barris (Figura 7.1 e Tabela 7.1). Os pontos 1, 2 e 3 localizam-se na margem direita do estuário e os pontos 4 e 5 na margem esquerda, esses cinco primeiros pontos estão situados em São Cristóvão. Já o ponto 0, está inserido na margem esquerda do estuário, na Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda e os outros pontos (1, 2, 3, 4, e 5) estão situados em São Cristóvão/SE. As coletas foram realizadas em dois momentos, outubro/2017 e julho/2018, períodos que se caracterizaram por apresentar estiagem e chuvas periódicas, respectivamente.

Tabela 7.1 - Localização dos pontos de coletas em relação ao estuário do Vaza-Barris, Sergipe, São Cristóvão/SE

PONTOS	LOCALIDADES	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
		Ponto piloto	1ª Coleta	2ª Coleta
0	Ilha Mem de Sá (MD)	11°06'14,5"S 37°13'06,4"W		
1	Riacho dos Porcos (MD)		11°02'33,8"S 37°12'40,6"W	11°02'34,3"S 37°12'40,4"W
2	Povoado Tinhare (MD)		11°02'56,0"S 37°12'24,3"W	11°02'56,3"S 37°12'22,8"W
3	Riacho da Chica (MD)		11°03'00,8"S 37°12'00,5"W	11°03'00,7"S 37°11'58,8"W
4	Pedreiras (ME)		11°03'24,3"S 37°11'46,3"W	11°03'22,8"S 37°11'46,3"W
5	Ilha Grande (ME)		11°04'39,5"S 37°12'09,7"W	11°04'31,5"S 37°12'04,7"W

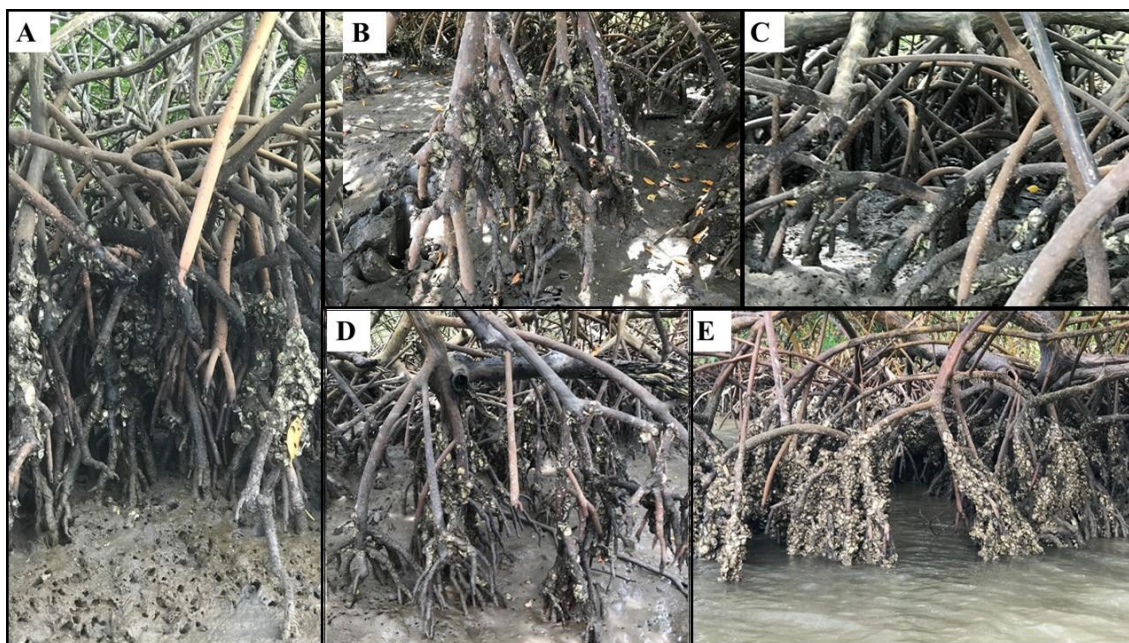
MD-Margem direita; ME-Margem esquerda.

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

As ostras foram coletadas durante a baixa-mar (sizígia), onde os organismos encontravam-se expostos e fixados nas raízes de *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) (Figura 7.2). Na coleta piloto foram obtidos 15 exemplares, no único ponto localizado na Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda/SE. Nas demais coletas (São Cristóvão/SE) foram obtidos 30 exemplares por ponto, nos períodos de estiagem e chuvoso, com exceção do ponto 5, que se coletou 50 exemplares em cada período.

No momento da coleta foi verificado, em cada ponto, as variáveis físico-químicas, como salinidade, utilizando o Refratômetro de Salinidade Portátil (Vodex), pH e temperatura usando Phmetro de Bolso (AK90). As amostras de água foram coletadas com auxílio de garrafa pet, devidamente higienizada e mergulhada a uma profundidade de aproximadamente 0,50cm.

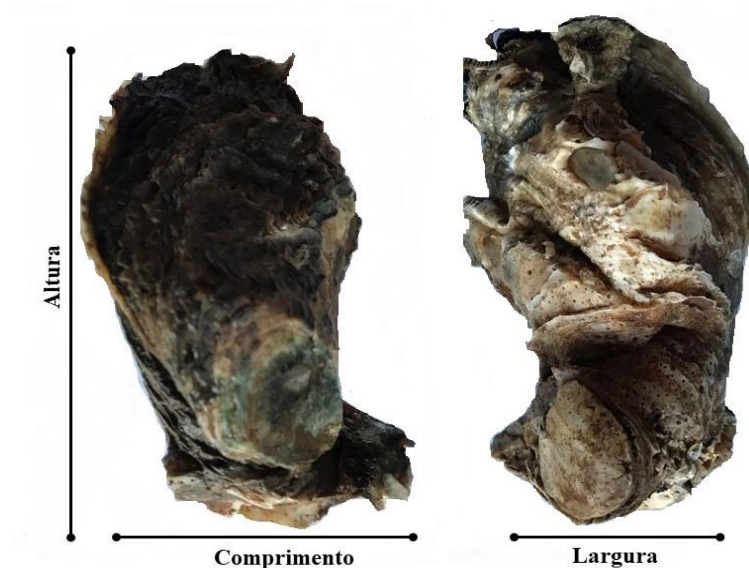
Figura 7.2 - Pontos de coletas no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe: A. Riacho dos Porcos (ponto 1); B. Entrada de Tinharé (ponto 2); C. Riacho da Chica (ponto 3); D. Pedreiras (ponto 4); E. Ilha Grande (ponto 5).



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

Após as coletas, as ostras foram conduzidas até o laboratório onde foi realizada a limpeza, com a finalidade de remover sedimento e organismos incrustantes aderidos à superfície das conchas (CHAGAS; HERRMANN, 2015). Posteriormente, os exemplares foram medidos com a finalidade de obter os dados biométricos como altura, comprimento e largura (Figura 7.3), para isso foi utilizado o Paquímetro Digital de Precisão (Leetools 618250). Após as medidas, foi feita a pesagem dos exemplares em Balança Analítica de Precisão (SF 400).

Figura 7.3 - Dados biométricos obtidos nos exemplares de *Crassostrea brasiliana*.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2018.

Em seguida as ostras foram fotografadas com Câmera Digital (Nikon Coolpix L340) e abertas com auxílio de espátula de ferro para análise do estágio gonadal (EG). A classificação do estágio gonadal foi realizada observando se a ostra estava em estágio imaturo, pré-maturo ou maturo. Para isso, foi retirada uma fração gonadal com o uso de uma pipeta plástica e transferida para a lâmina, a qual foi visualizada em Microscópio Biológico (AmScope) para determinação, se possível, de machos e fêmeas. As lâminas foram fotografadas com câmera (FMA050) acoplada ao microscópico e computador, por meio do programa ToupView. Para a interpretação e comparação dos resultados foram utilizados Office Excel e ANOVA.

### 7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os dados biométricos dos exemplares de *Crassostrea brasiliana* obtidos na coleta de Mem de Sá e de São Cristóvão, bem como os parâmetros ambientais (temperatura, salinidade e pH) registrados para os diferentes períodos. Também serão tratados os dados referentes ao ciclo reprodutivo de *C. brasiliana* para os períodos de estiagem e chuvoso no manguezal do rio Vaza-Barris.

#### 7.3.1. Dados biométricos e parâmetros ambientais

Ao comparar os dados biométricos (Tabela 7.2) dos exemplares de *C. brasiliana* provenientes da Ilha Mem de Sá (ponto 0), com os dados dos espécimes obtidos em out/17 e em jul/18 para os demais pontos de São Cristóvão (pontos 1 a 5), verificou-se os dados de altura, comprimento, largura e peso vivo (peso total) do ponto 0 apresentaram-se maiores. Os dados

indicam que as ostras de Mem de Sá se encontram em um estágio ontogenético mais avançado, ou que as condições ambientais dessa localidade são mais propícias para o desenvolvimento das mesmas. Apesar da Ilha Mem de Sá está inserida na Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul do Estado de Sergipe (APA), nos últimos anos ela vem sendo bastante utilizada por veranistas e turistas, mesmo contando com zoneamento ecológico e plano de manejo, a área encontra-se em processo constante de degradação em decorrência da ação antrópica, informações mais detalhadas sobre Mem de Sá podem ser verificadas no capítulo cinco (ARAGÃO e MELO e SOUZA, 2016 ).

Tabela 7.2 - Dados biométricos dos exemplares de *Crassostrea brasiliana* provenientes dos pontos localizados no estuário do Vaza-Barris/SE.

Pontos	Coletas	Medidas	Média	Mediana	Desvio-padrão	Máximo	Mínimo
Ilha Mem de Sá (0)	Coleta piloto	Altura(mm)	99,19	108,04	29,83	132,01	83,03
		Largura (mm)	64,54	63,15	22,59	98,30	23,67
		Comprimento (mm)	82,00	86,25	24,59	108,35	32,09
		Peso vivo (g)	85,17	83,71	47,08	183,01	30,02
Riacho dos Porcos (1)	1ª Coleta (out/2017)	Altura (mm)	48,64	49,35	8,78	68,48	32,17
		Largura (mm)	24,99	25,93	5,54	35,59	15,09
		Comprimento (mm)	37,29	36,11	7,31	49,01	15,09
		Peso vivo (g)	26,96	27,05	9,25	43,03	9,12
	2ª Coleta (jul/2018)	Altura (mm)	62,97	61,21	7,74	84,39	52,31
		Largura (mm)	25,52	25,28	6,34	41,31	14,82
		Comprimento (mm)	41,49	41,86	5,49	50,78	28,88
		Peso vivo (g)	37,00	33,05	15,81	83,03	17,03
Tinhare (2)	1ª Coleta (out/17)	Altura (mm)	55,53	53,67	14,41	119,24	34,16
		Largura (mm)	24,26	22,21	5,92	35,67	16,17
		Comprimento (mm)	39,65	37,77	9,18	63,35	28,87
		Peso vivo (g)	30,99	29,70	15,10	91,02	10,04
	2ª Coleta (jul/18)	Altura (mm)	62,59	61,52	12,74	114,01	46,12
		Largura (mm)	27,06	26,63	6,24	43,66	13,56
		Comprimento (mm)	43,34	42,29	9,15	69,65	27,51
		Peso vivo (g)	37,22	31,05	25,55	160,15	16,06
Riacho da Chica (3)	1ª Coleta (out/17)	Altura (mm)	54,95	55,39	8,39	74,87	39,63
		Largura (mm)	23,24	21,61	6,53	39,07	11,08
		Comprimento (mm)	39,36	39,23	7,35	52,19	23,14
		Peso vivo (g)	29,33	27,84	11,64	59,63	13,54
	2ª Coleta (jul/18)	Altura (mm)	54,33	52,65	9,42	73,03	34,36
		Largura (mm)	20,61	19,35	6,99	44,58	10,51
		Comprimento (mm)	39,55	38,36	6,57	52,32	29,72

Pedreiras (4)	<b>1ª Coleta (out/17)</b>	Peso vivo (g)	25,38	23,59	10,27	69,03	10,05
		Altura (mm)	51,70	52,19	10,80	76,48	29,15
		Largura (mm)	22,10	21,53	5,71	32,63	14,37
		Comprimento (mm)	37,30	34,84	8,46	61,60	24,80
	<b>2ª Coleta (jul/18)</b>	Peso vivo (g)	30,56	28,62	12,94	65,13	14,02
		Altura (mm)	54,95	54,22	7,07	69,72	43,01
		Largura (mm)	23,88	20,97	7,15	34,78	14,03
		Comprimento (mm)	37,72	36,40	6,02	54,12	28,62
		Peso vivo (g)	25,71	22,78	9,96	54,01	13,03
Ilha Grande (5)	<b>1ª Coleta (out/17)</b>	Altura (mm)	70,75	70,15	11,38	89,22	50,40
		Largura (mm)	28,88	25,97	11,81	61,90	12,12
		Comprimento (mm)	46,41	44,80	9,63	69,76	30,19
		Peso vivo (g)	36,59	30,65	16,71	97,04	16,54
	<b>2ª Coleta (jul/18)</b>	Altura (mm)	57,01	51,60	13,77	105,91	36,52
		Largura (mm)	22,27	19,67	8,46	48,36	10,15
		Comprimento (mm)	38,93	37,15	9,77	69,23	23,01
		Peso vivo (g)	33,72	23,09	28,79	172,03	10,13

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

Absher et al. (2000) mencionaram que a altura da concha das ostras pertencentes ao gênero *Crassostrea* corresponde ao principal eixo de crescimento desses organismos e as demais medidas podem ser consideradas em função dessa. Galvão et al. (2000) e Castilho-Westphal (2012) relataram que os espécimes de *C. brasiliana* que apresentarem altura da concha igual ou superior a 20mm encontram-se na fase adulta e em atividade sexual. Todas as ostras analisadas neste estudo registraram altura da concha superior a 20mm, sugerindo que as mesmas estavam em estágio adulto.

Comparando-se os dados biométricos dos exemplares obtidos no ponto1 (Tabela 7.2), para o período de estiagem (out/17) e chuvoso (jul/18), constatou-se que os indivíduos coletados no segundo período demonstraram dados biométricos superiores para a altura, comprimento, largura e peso vivo. Ademais, o mínimo de altura foi registrado para o período de estiagem (32,17mm) e o máximo para o chuvoso (84,39mm). Os exemplares do ponto 2 (Tabela 6.2) no período de estiagem, apresentaram dados biométricos menores se comparados com aqueles coletados no período chuvoso. Porém, a altura máxima (119,24mm) foi observada em período de estiagem e a altura mínima (46,12mm) no período chuvoso.

As ostras do ponto 3 (Tabela 7.2) no período de estiagem exibiram dados biométricos, no geral, superiores a aqueles do período chuvoso. No ponto 4, os exemplares da primeira coleta apresentaram valores inferiores se comparados com aqueles provenientes da segunda coleta.

Entretanto, o máximo da altura da concha foi registrado para o período de estiagem, enquanto o mínimo foi constatado para o período chuvoso. Os exemplares do ponto 5 (Tabela 7.2) apresentaram maiores médias para o período de estiagem se comparado ao período chuvoso. Em contrapartida, os maiores valores de altura (105,91mm) e de peso vivo (172,03 g) foram registrados para o período chuvoso.

Em relação ao período de estiagem (out/17), o ponto 1 apresentou os exemplares com menores dados biométricos, já para o período chuvoso, o ponto 3 apresentou os menores valores. Enquanto, o ponto 5 destacou-se por registrar em ambos os períodos espécimes com maiores dados biométricos de altura, comprimento, largura e peso vivo das ostras. Siqueira (2008) estudou as ostras *Crassostrea* do riacho dos Porcos, localizado no rio Vaza-Barris, São Cristóvão/SE, verificou que a maior parte dos indivíduos analisados cresceu menos que 2cm no período de setembro de 2006 a março de 2007, intervalo de tempo que compreendeu o final da primavera e todo o período de verão.

Confrontando os dados aqui apresentados com aqueles obtidos por Christo et al. (2015) para as ostras do complexo estuarino de Paranaguá (Paraná), observou-se uma diferença em relação ao comprimento e peso vivo das conchas, na qual os exemplares aqui estudados mostraram valores menores para essas medidas. Além disso, a média da altura (82,87mm) da concha das ostras do Paraná, também foram maiores, sugerindo que as mesmas se encontraram em estágio ontogenético mais avançado. Lenz (2008) registrou para a Baía de Camamu (Bahia) ostras com altura variando entre 27mm e 102mm, média correspondendo a 49,99mm, inferior se comparada às médias apresentadas no presente estudo.

O modelo ANOVA mostrou uma variação na altura da concha, que foi influenciada pela salinidade e pelo pH nos diferentes pontos, e períodos (anos) de coleta ( $P < 0,05$ ). Já para o peso, largura e comprimento da concha o modelo ANOVA contém a altura como variável explicativa. Para o peso médio constatou-se que foram significantes o ano, o pH e a altura ( $P < 0,05$ ), diferentemente da salinidade e do ponto que foram insignificantes. Referente à largura média notou-se que o ponto e o pH foram significantes ( $P < 0,10$ ), assim como a salinidade e altura ( $P < 0,05$ ), em contrapartida o ano não influenciou nessa variável. O comprimento médio da concha chamou atenção por ser influenciado apenas pela altura, visto que o ponto, período, pH e salinidade não foram significantes para esse dado biométrico. Funo et al. (2015) constataram para o município de Curuçá (Pará), que a salinidade influenciou significativamente o ganho de peso vivo das ostras, visto que nas salinidades de 20 a 30 foram registrados os maiores valores, enquanto que os menores valores foram observados na salinidade de 5. Ademais, a salinidade influenciou significadamente a

altura, o comprimento e a largura da concha diferentemente do que foi constatado neste estudo, já que a salinidade influenciou apenas a altura média das conchas.

Oliveira et al. (2018) avaliaram a taxa de crescimento de *Crassostrea gasar* (*C. brasiliiana*) em áreas de manguezais na Costa Amazônica Brasileira e constatam que esses organismos quando cultivados em ambiente natural apresentam melhor desempenho de crescimento durante o período de transição chuvoso-seco e seco, especialmente em fazendas localizadas próximas à costa, onde a salinidade variou entre 25‰ e 35‰, favorecendo o desenvolvimento das ostras e otimizando seu desempenho de crescimento. Os exemplares do Vaza-Barris apresentaram dados biométricos mais elevados para o período chuvoso, também foi neste período que a salinidade mostrou-se mais elevada, porém dentro da faixa de tolerância (8‰ e 34‰) para a espécie *C. brasiliiana*. Siqueira (2008) destacou que, no Vaza-Barris a salinidade atua como fator de restrição a variação das classes de comprimento das sementes de ostras do gênero *Crassostrea*.

Os fatores físico-químicos desempenham grande influência nos processos fisiológicos, inclusive podem contribuir para as diferenças biométricas, visto que a salinidade, a temperatura e o pH atuam diretamente nos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução, obtenção de alimento, entre outros. Nos pontos aqui analisados, em diferentes sazonalidades, os dados de salinidade, temperatura e pH variaram como pode ser observado no Quadro 7.1.

Quadro 7.1- Dados físico-químicos obtidos dos pontos situados no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE.

Pontos	Coleta	Salinidade	Temperatura	pH	Horário
Riacho dos Porcos (1)	1ª	10,15‰	27,2°C	8,4	7:41
	2ª	10,16‰	29,0°C	7,4	11:32
Tinharé (2)	1ª	10,11‰	28,3°C	8,4	8:13
	2ª	10,21‰	26,7°C	7,5	10:54
Riacho da Chica (3)	1ª	10,12‰	27,7°C	8,4	8:50
	2ª	10,21‰	26,5°C	7,6	10:28
Pedreiras (4)	1ª	10,14‰	29,2°C	8,4	9:11
	2ª	10,25‰	25,4°C	7,4	9:04

Ilha Grande (5)	1ª	10,13‰	29,3°C	8,6	9:49
	2ª	10,22‰	26,8°C	7,5	9:34

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

A salinidade apresentou pequenas variações (Quadro 7.1) entre os períodos de estiagem e chuvoso, valores de 10,11‰ a 10,14‰ e 10,16‰ a 10,25‰, respectivamente. No período de estiagem, maior salinidade foi registrada no ponto 1 (10,15‰) e a menor no ponto 2 (10,11‰). Para o período chuvoso, o ponto 1 registrou a menor salinidade e o ponto 4 a maior. Siqueira (2008) obteve salinidades entre 5‰ e 35‰ para o rio Vaza-Barris (São Cristóvão), sendo que o período de alta salinidade (15‰ a 30‰) correspondeu de setembro (2006) a março (2007). Segundo Areias et al. (2012), as espécies pertencentes ao gênero *Crassostrea* são consideradas euri térmicas e eurihalinas, o que possibilita habitar diferentes locais, podendo desenvolve-se em condições de salinidade que podem variar entre 2‰ e 41‰. Para Rosa (2014), *C. brasiliana* pode ocorrer em salinidades entre 8‰ e 34‰, porém é observado melhor crescimento numa faixa entre 15‰ e 25‰, já que salinidades mais baixas próxima aos níveis de tolerância fazem cessar a alimentação.

Funo et al. (2015) realizaram teste durante 28 dias com exemplares de ostras do gênero *Crassostrea* imersas em água com diferentes níveis de salinidade. Constatam que a permanência desses organismos por tempo prolongado em água com baixa ou elevada salinidade pode contribuir para uma possível alteração fisiológica, uma vez que o crescimento e a sobrevivência das ostras ao final do período experimental foram significativamente menores nos valores extremos de salinidade (5, 45 e 50). Horodesky (2017) avaliou a sobrevivência da ostra *C. gasar* (*Crassostrea brasiliana*) em relação à salinidade em cinco fazendas marinhas localizadas na baía de Guaratuba no Paraná. A partir dos experimentos, foram definidas três faixas de tolerância da ostra *C. gasar* à salinidade: ótima que foi considerada entre 4 a 40 UPS (Unidade Prática de Salinidade); tolerável que variou de 2,1 a 3,9 e 41 a 40UPS; e intolerável que correspondeu entre 0 a 2, e menor que 50 UPS.

Nas coletas realizadas nos períodos de estiagem e chuvoso, a temperatura variou entre 25,4°C e 29,3°C (Quadro 7.1). Na primeira coleta, a menor e maior temperatura foram registradas respectivamente para os pontos 1 (27,2°C) e 5 (29,3°C). Para a segunda coleta, o ponto 4 apresentou temperatura mais baixa (25,4°C) e ponto 1 mais elevada (29,0°C). Siqueira (2008) observou que no rio Vaza-Barris as temperaturas propícias para o cultivo de ostra foram verificadas nos meses de dezembro/06 (22°C) e março/07 (30°C), já que foi nesse período que ocorreu maior fixação de sementes nos coletores. Segundo Montanhini Neto (2012), as ostras *C. brasiliana* demonstram preferência por águas com temperatura variando de 23°C a 31°C. Vinatea (1999) e Montanhini Neto



(2012) citaram que a temperatura é um dos principais fatores limitantes numa grande variedade de processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de *C. brasiliana*, bem como crescimento, taxa de alimentação, metabolismo e reprodução.

Areias et al. (2012) também averiguaram maior taxa de assentamento de *Crassostrea* na temperatura de 27°C, sendo que na temperatura ambiente (25°C) a taxa de assentamento foi menor. No estudo realizado por Vilar (2012), na Lagoa do Roteiro (Alagoas), constatou-se que os parâmetros relativos ao crescimento de *Crassostrea* apresentaram melhor desenvolvimento nos meses de menor temperatura entre junho e agosto. Além disso, a temperatura e a salinidade foram os fatores que mais influenciaram o desenvolvimento das ostras cultivadas na área. O autor ainda concluiu que a diminuição dos níveis de temperatura contribuiu com ganhos no comprimento, largura, altura e peso vivo. Ademais, tal fato pode ter ocorrido devido à desaceleração do metabolismo dos indivíduos, já que em temperaturas mais brandas as ostras gastam menos energia.

Em relação ao pH, notou-se que todos os pontos no período de estiagem, apresentaram pH igual a 8,4, com exceção do ponto 5 (Ilha Grande) que correspondeu a 8,6 (Quadro 7.1). Para o período chuvoso, os pontos 1 e 4 apresentaram pH mais baixo (7,4), e o ponto 3 mais elevado (7,6). De acordo com Ramos e Castro (2004), os menores valores de pH registrados para o município de Alcântara (Maranhão), também ocorreram na estação chuvosa, concordando com os resultados aqui obtidos para o Vaza-Barris. Os autores ainda afirmam que isso ocorre provavelmente devido a maior influência das águas fluviais, típicas do período. Porém, de acordo com a literatura, todos os pontos aqui estudados mostraram o pH dentro da faixa favorável para o gênero *Crassostrea*. Siqueira (2008) constatou para o rio Vaza-Barris, pH que variou entre 7,86 (abril/07) e 9,32 (setembro/06), sendo considerado favorável para o desenvolvimento da espécie *C. brasiliana*. Segundo Imai (1977) e Pereira (2001), o pH abaixo de 6,75 contribui para a redução da taxa de filtração e consequentemente para diminuição da captação de alimento.

Para Montanhini Neto (2011), o pH age sobre as ostras principalmente nos processos de permeabilidade da membrana celular, intervindo inclusive no transporte iônico intra e extracelular. Vilar (2012) observou em seu estudo variações de pH típicas de ambiente estuarino, pois variou entre o pH neutro (7,0) e pH com tendências mais básicas (7,6), devido ao aporte de água salgada recebida durante a preamar. Matozzo e Marin (2011) relataram que os fatores abióticos, como temperatura, salinidade e pH atuam nas respostas fisiológicas das ostras, porém com o desvio do ótimo para esses fatores pode resultar em consequências deletérias no desempenho das funções biológicas desses organismos. A temperatura e o pH aqui analisados se mostraram favoráveis para o

desenvolvimento de *Crassostrea*, porém a salinidade encontrou-se dentro da faixa de tolerância, podendo contribuir na redução da taxa de filtração e na obtenção de alimento.

Os exemplares obtidos nos pontos 1 (out/17) e 3 (jul/18), apresentaram dados biométricos menores, inclusive estes caracterizaram-se por conter menores variações de temperatura e pH entre os períodos, e menor quantidade de organismos, sugerindo que as condições ambientais são menos favoráveis. Segundo Oliveira et al. (2018), os pontos situados distantes do oceano, ou seja, mais para o interior do estuário tem maior influência pelas descargas fluviais e tendem a ser menos favoráveis ao crescimento das ostras, causando impacto negativo no desenvolvimento desses bivalves. Os pontos 1, 2 e 4 no período chuvoso, demonstraram pequenas variações em relação aos fatores ambientais, porém os dados biométricos e a quantidade de organismos *in situ* foram semelhantes.

Nas coletas do período de estiagem e chuvoso, o ponto 5 localizado mais próximo do oceano, destacou-se por demonstrar a maior quantidade de exemplares *in situ*, o que caracteriza uma maior taxa de assentamento; indivíduos com maiores dados biométricos; maiores variações dos parâmetros ambientais (salinidade, temperatura e pH) entre os dois períodos, sugerindo que apresentou condições mais apropriadas para esses organismos. Os dados aqui apresentados concordam com aqueles contraídos por Oliveira et al. (2018) para a Costa Amazônica, pois eles observaram que as ostras dos pontos localizados mais próximo do oceano apresentaram melhor assentamento, crescimento e ganho de peso. Os autores ainda explicam que isso ocorreu devido a abundância de nutrientes, maiores níveis de precipitação e de salinidade. Funo et al. (2015) chamaram atenção que outros fatores como precipitação, corrente e intensidade luminosa também pode influenciar no processo reprodutivo e no crescimento de *Crassostrea* no ambiente.

### **7.3.2. Crescimento de *Crassostrea brasiliiana***

A altura da concha *Crassostrea brasiliiana* é o principal eixo de crescimento da espécie, enquanto as outras medidas (comprimento e largura) podem ser consideradas em função da mesma (ABSHER et al., 2000). O modelo ANOVA foi construído utilizando-se a altura como variável resposta e os Pontos (cinco pontos de coleta), os Anos (período de estiagem e chuvoso), o pH, a Salinidade e a interação entre Pontos e Anos como covariáveis (variáveis de controle). O modelo foi estatisticamente significativo a 1% (teste  $F = 7,85$ ,  $p < 0,01$ ).

Com relação especificamente aos efeitos dos Pontos e dos Anos sobre as diferentes médias amostrais da altura (Tabela 7.3 e Tabela 7.4), os Pontos foram estatisticamente significativos a 5% ( $F = 3,30$ ,  $p < 0,05$ ) e os Anos foram significativos a 1% ( $F = 11,41$ ,  $p < 0,01$ ) segundo os resultados

da ANOVA. A interação entre Pontos e Anos também foi significativa a 1% ( $F = 10,39$ ,  $p < 0,01$ ). A significância dos efeitos da Salinidade e do pH estão reportados na seção anterior.

Com base na ANOVA, analisou-se os contrastes entre as médias de altura da concha dos diferentes grupos amostrais dos cinco pontos (Figura 7.4 e Figura 7.5), nos períodos de estiagem (ano 2017) e chuvoso (ano 2018). Com relação à variação das médias de cada grupo entre os dois anos, verificou-se que os espécimes do ponto 1 foram os que apresentaram maior crescimento: a altura média foi de 48,8926mm no ano 2017 e 62,9773mm no ano 2018, uma diferença significativa de 14,0846mm (Teste  $t = 4,79$ ,  $p < 0,01$ ). Por outro lado, o grupo do ponto 5 foi o que apresentou maior redução na altura média: 65,6124mm no ano 2017, se comparado a 56,0124 no ano 2018, observa-se uma redução estatisticamente significativa de -9,6mm ( $t = -4,22$ ,  $p < 0,05$ ). A diferença entre as médias de altura dos dois anos para o grupo 2 também foi significativa a 5% (diferença de -7,065mm,  $t = 2,40$  e  $p < 0,05$ ); já para os grupos 3 e 4 não se rejeita a hipótese nula de que as médias foram estatisticamente iguais entre os dois anos ( $p > 0,1$  para ambos). Notou-se, que o grupo 3 apresentou menor variação entre os dois anos.

Tabela 7.3 - Estatísticas descritivas da altura da concha dos exemplares de *Crassostrea brasiliana*, obtidos no ano 2017, em cinco pontos localizados no Vaza-Barris.

Ponto	Média	D.P.	Max	Min
1	48.893	8.722	68.48	32.17
2	55.53	14.419	119.24	34.16
3	54.537	9.118	74.87	32.14
4	51.709	10.809	76.48	29.15
5	65.612	12.635	89.22	41.9

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

Tabela 7.4 - Estatísticas descritivas da altura da concha dos exemplares de *Crassostrea brasiliana*, obtidos no ano 2018, em cinco ponto localizados no Vaza-Barris.

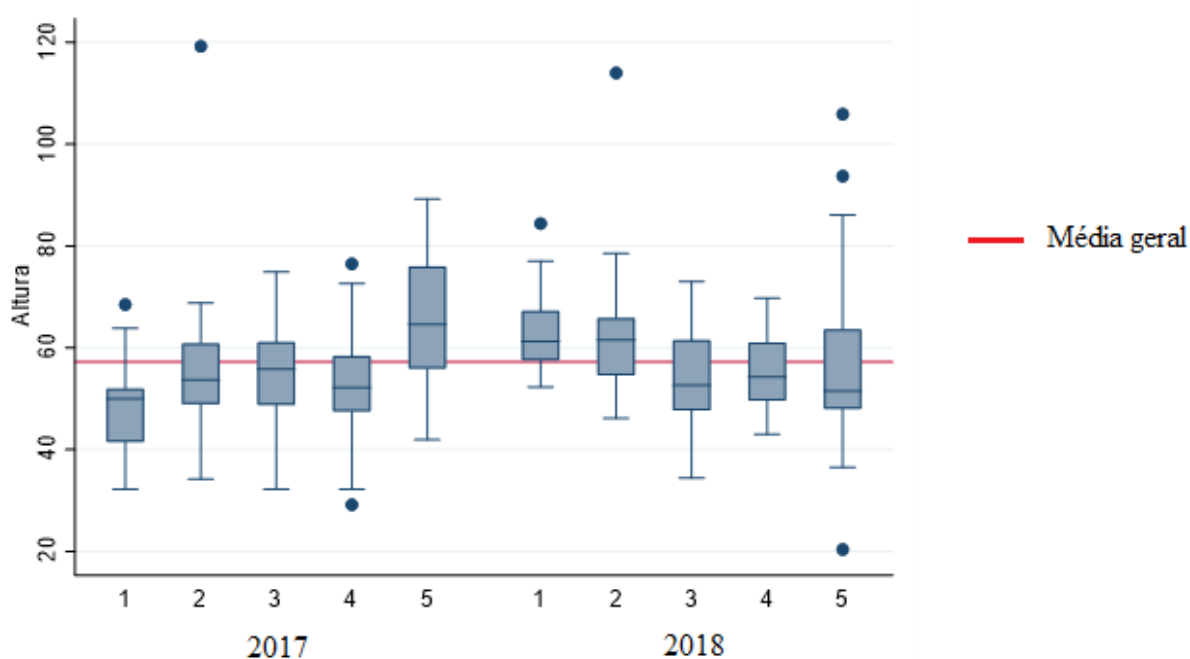
Ponto	Média	D.P.	Max	Min
1	62.977	7.742	84.39	52.3
2	62.595	12.743	114	46.12
3	54.337	9.426	73.03	34.36
4	54.958	7.07	69.72	43.01
5	56.012	14.581	105.9	20.36

Fonte: Josevânia de Oliveira, 2018.

No Box-Plot da altura dos exemplares de *C. brasiliana* (Figura 7.4), a linha vermelha delimita a grande média (ou média geral) da amostra, que corresponde a 57,1978mm. Nota-se que

os quartis do ponto 1 ficaram abaixo da média geral no ano 2017 e acima da média geral no ano 2018, o que evidencia uma forte mudança na distribuição amostral da altura dos espécimes no ponto 1 entre os dois anos (claramente um crescimento). Em contrapartida, o grupo 5 mostrou uma tendência contrária.

Figura 7.4 - Box-Plot da variável altura dos exemplares de *C. brasiliiana*, provenientes dos anos 2017 e 2018 no Vaza Barris.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

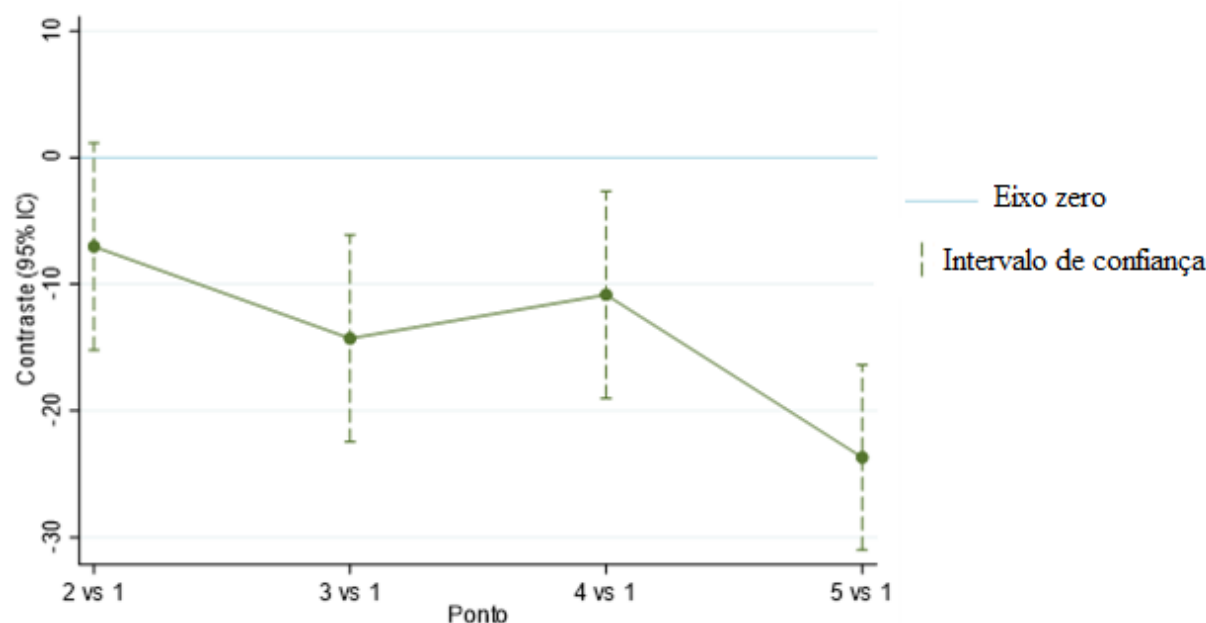
A análise de contraste permite comparar as diferenças das médias entre si. Enquanto o ponto 5 apresentou um decréscimo de  $-9,6\text{mm}$  na altura média entre os dois anos, o grupo 1 apresentou uma elevação de  $14,0846\text{mm}$ . A diferença entre a variação na média anual do ponto 5 e a variação na média anual do ponto 1 é, portanto de  $-9,6 - 14,0846 = -23,6846$ , estatisticamente significativa a 5%. Esse resultado nos fornece uma evidência de que algum fenômeno que afetou a altura média do grupo 5 negativamente entre os dois anos, ao passo que o grupo 1 conseguiu elevar a sua altura média para 9,6.

Como já mencionado no capítulo anterior (Capítulo 6), verificou-se que as concentrações de metais nos tecidos de *C. brasiliiana* na estação de estiagem, o Zn apareceu com o maior teor, seguido de Fe, Cu e Mn, e o Pb não foi encontrado. No período chuvoso, o Zn apresentou o maior índice, seguido de Fe, Pb, Cu e Mn. O chumbo pode estar relacionado ao fenômeno que afetou a altura média do grupo 5, visto que apareceu somente no período chuvoso e nos pontos 2, 3, 4 e 5, sendo que a maior concentração foi registrada para o ponto 5. Segundo Torres (2009) e Soto-Jiménez et al. (2008), elevadas concentrações de Pb nos ambientes aquáticos podem ocasionar risco

a vida marinha e ao homem. No ecossistema manguezal, os efeitos podem provocar redução do crescimento e fecundidade, destruição celular, alteração no desenvolvimento sexual de jovens e inibição da respiração e da fotossíntese, causando desequilíbrio no ecossistema. Machado et al. (2002) explicaram que organismos filtradores, como as ostras, sofrem de maneira intensa a bioacumulação desses contaminantes, tornando-se muitas vezes impróprios para o consumo humano.

A Figura 7.5 mostra o contraste (isto é, a diferença) entre as médias anuais de cada ponto e o ponto 1 (ponto base). Nota-se que o ponto 5 apresenta o contraste de maior magnitude. Quando o intervalo de confiança (linha pontilhada) do contraste ultrapassa o eixo zero, então o contraste não é significativo. Apenas o contraste entre os pontos 2 e 1 não é significativo.

Figura 7.5 - Contraste das médias anuais da variável altura dos exemplares de *C. brasiliana* entre os pontos de coleta e o ponto 1.



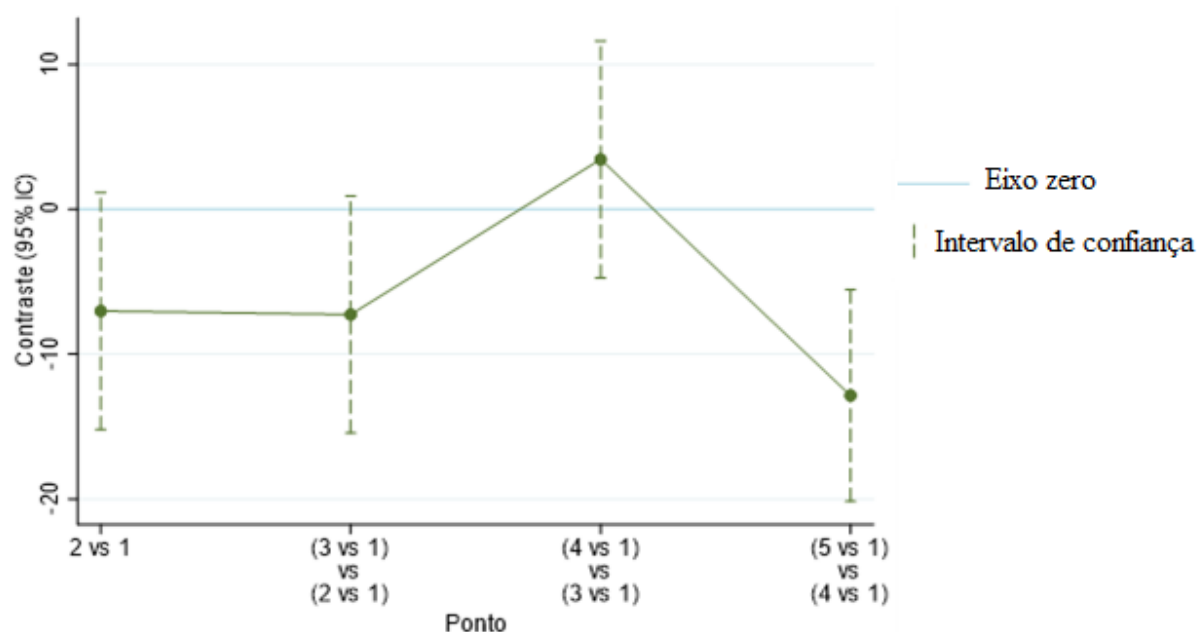
Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

No caso do contraste 2 vs 1 ambas as médias cresceram entre os anos, mas a média do ponto 2 cresceu menos do que a média do ponto base. Já no contraste 5 vs 1 as médias caminharam em sentidos opostos, isto é, a média do ponto de interesse (ponto 5) reduziu-se entre os anos, enquanto que a média do ponto base elevou-se.

Na figura anterior observou-se o contraste entre cada ponto e o ponto base (ponto 1). Já na Figura 7.6 são comparados os contrastes. Por exemplo, o contraste entre o ponto 5 e o ponto 1 foi de  $-23,6846$ , e o contraste entre o ponto 4 e o ponto 1 foi de  $-10,8356$ . A pergunta é: será que o contraste entre os pontos 5 e 1, de  $-23,6846$ , é estatisticamente diferente do contraste entre o ponto

4 e o 1, de  $-10,8356$ ? Em outras palavras, comparando-se o contraste 5 vs 1 com o contraste 4 vs 1, o “contraste do contraste” é significativo? A Figura 7.6, mostra que sim, pois o intervalo de confiança de 95% está abaixo do eixo zero (como a comparação é sequencial, note que o 2 vs 1 desse gráfico é igual ao 2 vs 1 do anterior). A Figura 7.6, portanto, complementa a Figura 7.5 e reforça as evidências de que a diferença entre os pontos 5 e 1 é a diferença mais significativa entre todas as diferenças com relação ao ponto 1 (4 vs 1, 3 vs 1, 2 vs 1). Apenas com a Figura 7.5 não seria possível concluir o quão forte a diferença 5 vs 1 é em relação à diferença 4 vs 1, e o quão forte a diferença 4 vs 1 é em relação a 3 vs 1, e assim por diante. Novamente, quando o intervalo de confiança (linha pontilhada) ultrapassa o eixo zero, o contraste não é significativo.

Figura 7.6 - Comparação entre os contrastes da variável altura da concha de *C. brasiliana* entre o ponto de coleta e ponto anterior.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017 e 2018.

### 7.3.3. Ciclo reprodutivo de *Crassostrea brasiliana*

Em condições naturais as ostras *C. brasiliana* apresentam-se em estágio adulto por volta de 28 meses, como foi observado nas ostras do estuário de Cananéia em São Paulo (PEREIRA et al., 2003). Legat (2015) realizou um estudo sobre o comportamento de ostra no Maranhão (clima tropical) e em Santa Catarina (clima temperado), e verificou a presença de folículos em desenvolvimento a partir de 11mm de altura de concha, com idade entre dois e três meses. Os indivíduos em estágio de pré-desova ocorrem a partir de 20mm de altura da concha. Nas áreas de estudo do Nordeste, o estágio de repouso foi observado raramente em altas temperaturas, e

predominantemente nos meses de baixas temperaturas. Com base nos dados biométricos apresentados pelas ostras de Mem de Sá (2016) e de São Cristóvão (2017 e 2018), pode-se afirmar que todos os indivíduos estavam em estágio adulto, com altura acima de 20mm. As medidas de altura da concha se mostraram maiores quando comparadas, por exemplo, às obtidas por Legat (2015).

Montanhini Neto (2011) chamou a atenção para os poucos estudos que demonstram o efeito da sazonalidade de temperatura e salinidade da água interferindo diretamente no ciclo reprodutivo de ostras. Contudo, o autor caracterizou o ciclo de *C. brasiliiana* na Baía de Guaratuba (Paraná) em uma fase de repouso, durante os meses de inverno, e outra fase de gametogênese, correspondendo aos períodos de maturidade e desova, que geralmente ocorrem nos meses de primavera e verão. Além disso, o mesmo citou que um novo ciclo de gametogênese se inicia com a temperatura da água baixa no final do inverno. A desova ocorre quando a temperatura da água fica mais elevada, e nos períodos de menor salinidade durante todo o ano.

Em relação ao estágio gonadal dos exemplares de *Crassostrea brasiliiana* aqui analisados, foram classificados como machos aqueles que apresentaram gônadas masculinas, fêmeas os que possuem gônadas femininas e indeterminados as ostras que não possuíam células germinativas em processo de gametogênese ou que estavam indiferenciadas. A variação no estágio gonadal dos exemplares de Mem de Sá pode estar relacionada ao período de coleta, visto que foram obtidos durante o mês de agosto, onde a temperatura variou entre 23°C a 27°C, sendo consideradas temperaturas mais baixas se comparado aos meses de estiagem.

Para os exemplares coletados em 2017, provenientes dos cinco pontos localizados em São Cristóvão, foi adotada a mesma classificação utilizada para Mem de Sá, porém notou-se que os espécimes, principalmente as fêmeas, apresentaram maior número de células germinativas em processo de gametogênese. Além disso, esses exemplares foram coletados no mês de outubro com temperaturas mais altas, variando entre 27,2 °C e 29,3°C. Nas ostras obtidas em 2018 (São Cristóvão), verificou-se uma redução em relação ao número de células germinativas em gametogênese, o que dificultou a identificação dos exemplares, principalmente dos machos. Contudo, essas ostras foram coletadas no mês de julho, período com temperatura menores, entre 25,4°C e 29,0°C.

Levando-se em conta que a temperatura é um fator relevante no processo de reprodução das ostras, as mesmas necessitam de um aumento da temperatura para que se inicie o processo de maturação das gônadas. Como pode ser observado nas análises do estágio de maturação gonadal nas

ostras do estuário de Paranaguá (Paraná), realizado por Christo et al. (2015) que notou maior número de indivíduos indicando condição de maturação sexual, em períodos de maiores temperaturas (março e dezembro). Os autores ainda ressaltaram que inúmeros trabalhos relacionados ao ciclo reprodutivo de espécies de ostras do gênero *Crassostrea* indicam que a maturação gonadal está relacionada principalmente à variação de temperatura. Os resultados obtidos nesta pesquisa assemelham-se aos registros de literatura, pois o mesmo foi verificado com os exemplares aqui estudados (2016, 2017 e 2018), já que foi possível examiná-los em diferentes períodos e temperaturas, e consequentemente em diferentes estágios de desenvolvimento.

Nas ostras provenientes de Mem de Sá (ago/2016), como pode ser observado na Figura 7.7 (A e B), notou-se a presença de um folículo em processo de reabsorção, que é visível na fase de esvaziamento ou desova, o que também foi verificado por Castilho-Westphal (2012) para algumas ostras analisadas na baía de Guaratuba (Paraná). O autor ainda citou que as ostras apresentaram folículos menores e mais vazios, sendo observados alguns ovócitos atrésicos, mais frequentemente entre os meses de março e agosto. Referente aos estágios de maturação gonadal dos exemplares de *Crassostrea brasiliiana* de Mem de Sá, pode ser notado na imagem da figura 6.9 (C) a presença de gônada em processo de maturação, com ácinos gonádicos ocupando a área da gônada e lúmen com espermatozoides. Os dados aqui obtidos mostraram-se similares com os registrados por Castilho-Westphal (2012) para os organismos da baía de Guaratuba no Paraná.



Figura 7.7- Fotomicrografia das células germinativas dos exemplares de *Crassostrea brasiliana* provenientes da coleta piloto (ponto 0), localizado na área estuarina do Vaza-Barris, Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda/SE: **A** e **B**. Vista da gônada feminina com folículo. **C**. Vista da gônada em processo de maturação com ácinos gonádicos. **D**. Vista de células indiferenciadas. Aumento: 80x.

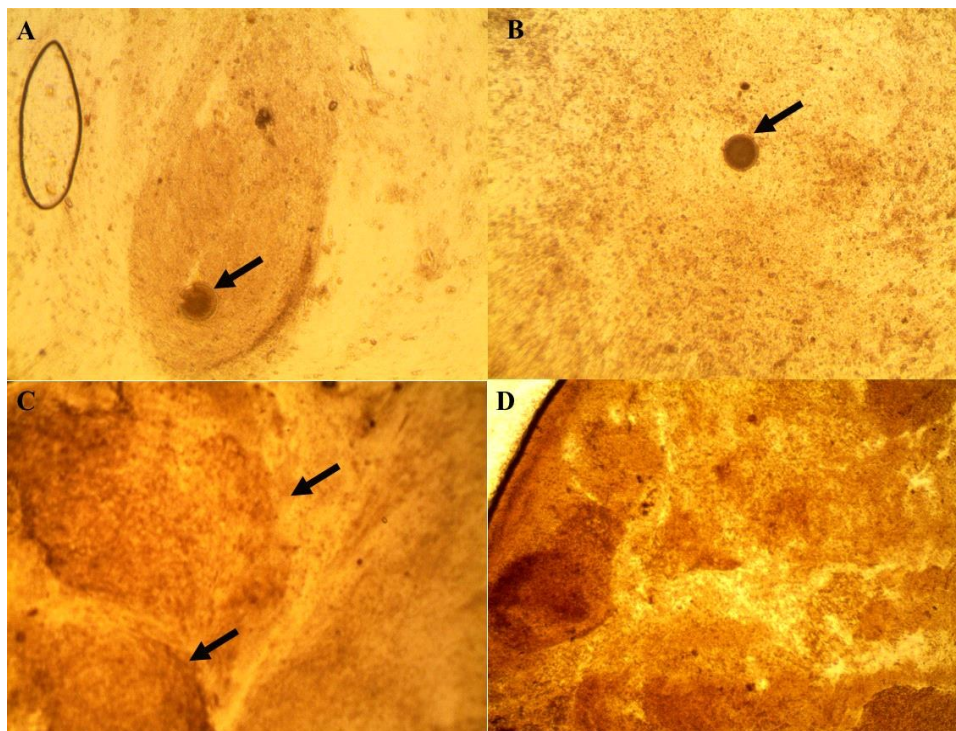


Foto: Josevânia de Oliveira, 2016.

Os exemplares de *C. brasiliana* oriundos de São Cristóvão (out/2017) encontram-se em diferentes estágios de maturação gonadal, como pode ser observado na figura 6.10 (A) que mostra as células de um exemplar em estágio de maturação gonadal em repouso com ausência de folículos ou com presença de folículos muito pequenos, e com células do epitélio germinativo indiferenciada. Na imagem B (Figura 7.8), verificou-se a presença de folículo arredondado e isolado, ainda com muito tecido conjuntivo e presença de alguns gonócitos primordiais, indicando que o indivíduo se encontra em estágio pré-maturo. Já nas imagens C e D (Figura 7.8), nota-se que as células pertencem a exemplares em estágios finais de maturação ou já maduros, apresentando folículos mais próximos, com pouco tecido conjuntivo e com células sexuais em diferentes estágios de desenvolvimento, bem como folículos justapostos, densamente preenchidos com gametas maduros.

Figura 7.8 - Fotomicrografia das células germinativas dos exemplares de *C. brasiliiana* provenientes de cinco pontos, localizado no estuário do Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE: **A.** Vista de células indiferenciadas. **B.** Vista da gônada com folículo isolado. **C e D.** Vista de gônada com folículos justapostos preenchido por gametas. Aumento: 80x.

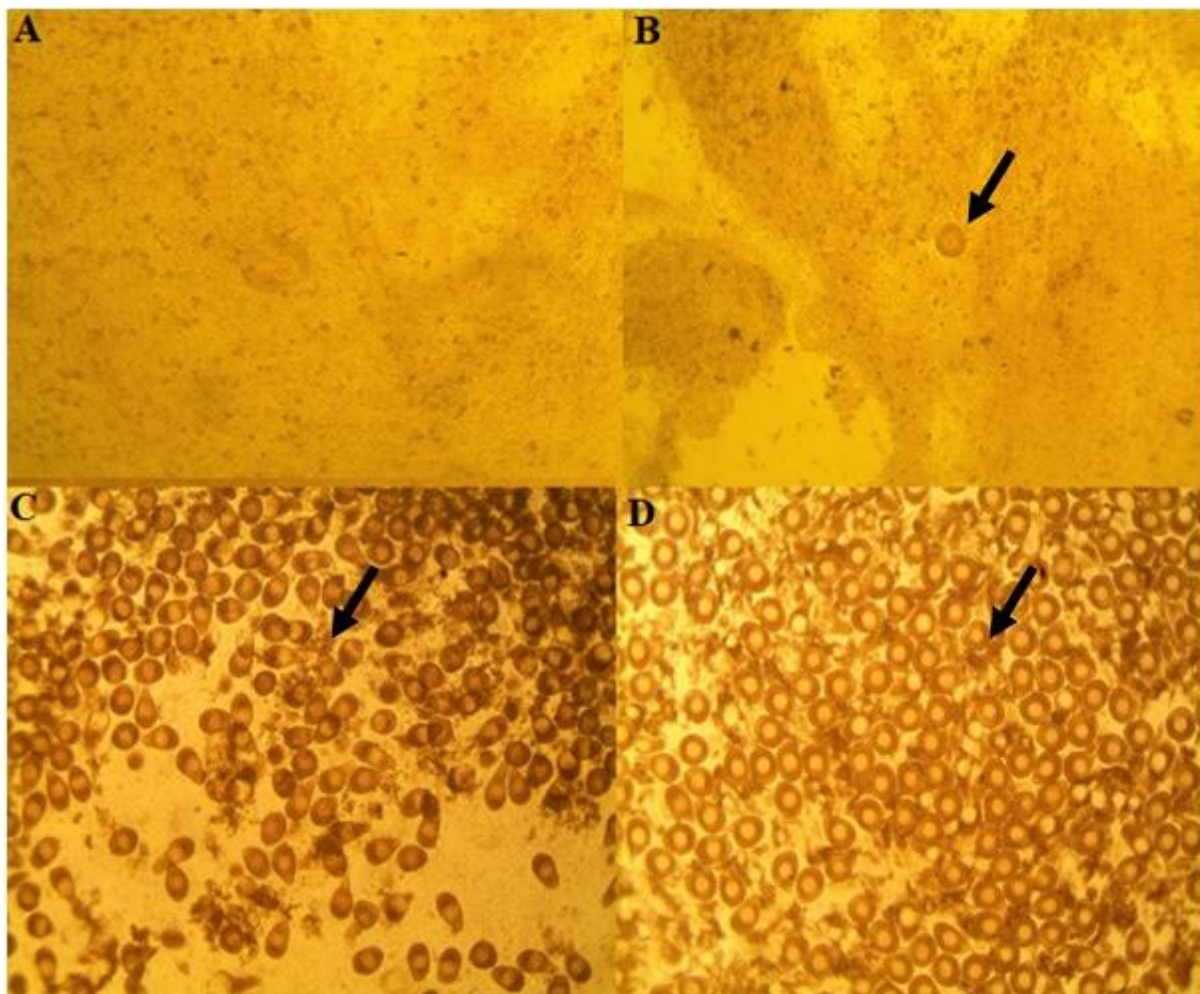


Foto: Josevânia de Oliveira, 2017.

Nos organismos coletados nos cinco pontos (Figura 7.9), em São Cristóvão (jul/2018), verificou-se que os mesmos se apresentaram em diferentes estágios de maturação, como pode ser visualizado na figura 6.11 (A), observa-se a gônada em fase de repouso com a ausência de folículos e com células do epitélio germinativo indiferenciada. A imagem B mostra a gônada em fase de pré-maturação com ausência de folículos ou com folículos muito pequenos, e com células do epitélio germinativo indiferenciada. A imagem C encontra-se em fase de maturação, com folículos mais próximos, pouco tecido conjuntivo e com células sexuais em diferentes estágios de desenvolvimento. Já a imagem D, consiste na presença de folículos justapostos, densamente preenchidos com gametas maduros, predominância de ovócitos maduros, sendo que alguns apresentam núcleo maduro.

Figura 7.9 - Fotomicrografia das células germinativas dos exemplares de *C. brasiliiana* provenientes de cinco pontos, localizado no estuário do Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE: **A.** Vista de células indiferenciadas. **B.** Vista da gônada com presença de gonócitos primordiais. **C e D.** Vista de gônada com folículos justapostos preenchido por gametas. Aumento: 80x.

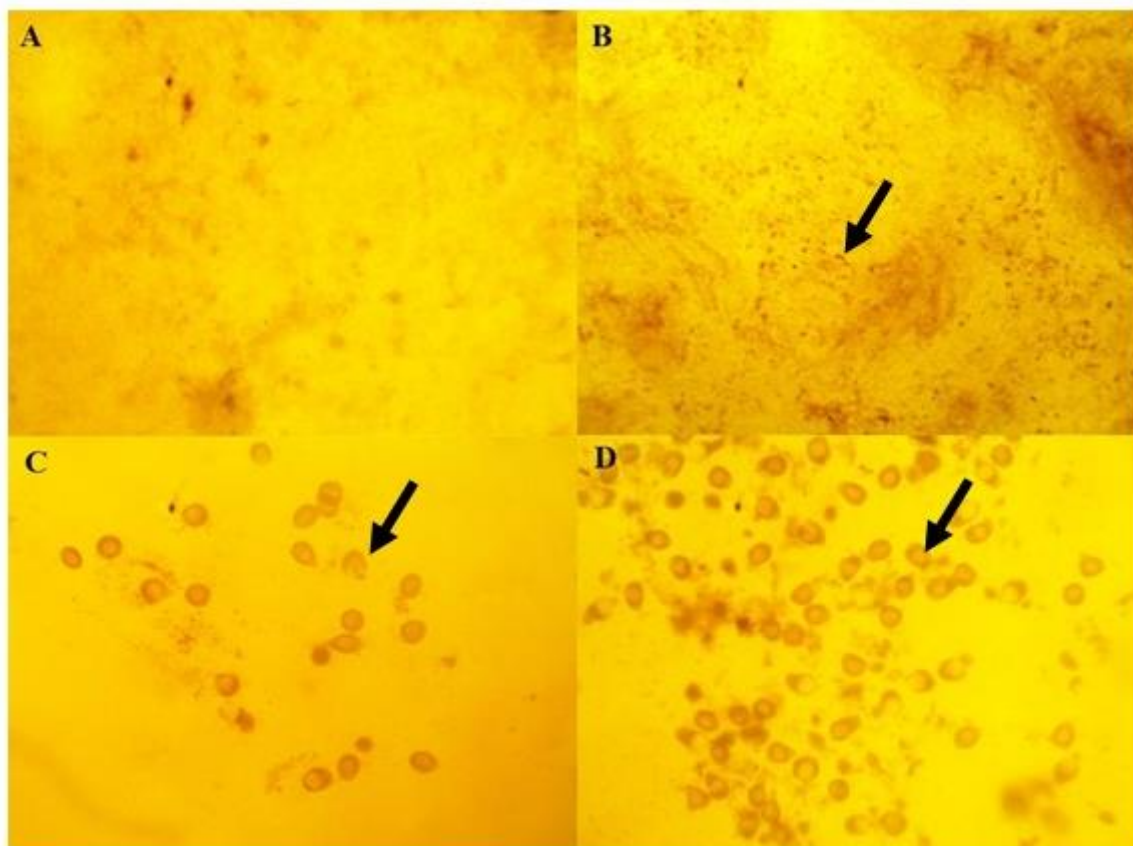


Foto: Josevânia de Oliveira, 2018.

Com as análises realizadas em ago/16 (Mem de Sá), out/17 e jul/18 (São Cristóvão) percebeu-se que as ostras do manguezal no Vaza-Barris se reproduziram nos três períodos. Porém, os exemplares obtidos em agosto estavam, em grande parte, em repouso ou em processo de reabsorção, e uma minoria em estágio de maturação. As ostras coletadas em outubro se destacaram por apresentar um maior número de indivíduos em processo de gametogênese, inclusive a reprodução em massa ocorreu durante este mês, período caracterizado por apresentar temperatura e pH mais alto e salinidade mais baixa. Já os organismos obtidos em julho, encontraram-se em grande parte em repouso ou pré-maturação, e uma minoria em maturação. Contudo, mostraram gônadas com menor presença de folículos e uma maior concentração de tecido conjuntivo se comparados aos coletados em outubro.

No estudo do ciclo reprodutivo de *C. brasiliiana*, realizado por Gomes (2009) para praia de Sambaqui, Florianópolis (Santa Catarina), verificou-se que no mês de junho os organismos se encontraram no estágio de repouso. Entre os meses de agosto e outubro as ostras seguiram em estágio de pré-maturação e maturação. Em novembro e dezembro iniciaram o estágio de maturação,



havendo a predominância de fêmeas aptas à eliminação de gametas. O referido autor, ainda constatou uma relação positiva entre o estágio de desenvolvimento reprodutivo e a temperatura, diferentemente do observado entre o estágio de reprodução e a salinidade, pois ocorreu uma associação negativa. Partindo desse pressuposto, é possível afirmar que tanto o aumento da temperatura quanto a redução da salinidade são fatores ambientais que influenciam diretamente o processo reprodutivo de *C. brasiliana*.

Para entendimento dos estágios de maturação gonadal, observar Quadro 7.2 abaixo elaborado por Gomes (2009).

Quadro 7.2 - Descrição dos estágios de desenvolvimento do tecido gonádico dos exemplares de *Crassostrea brasiliana*.

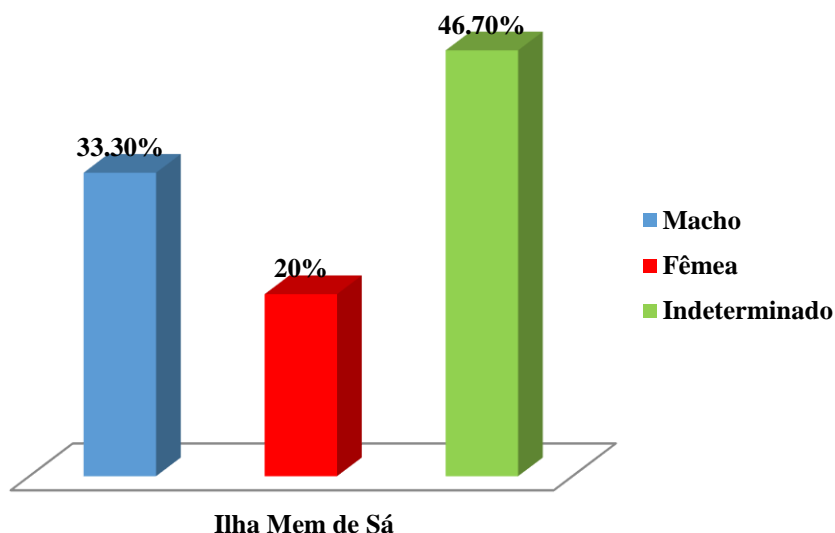
<b>Estágio de maturação gonadal</b>	<b>Descrição histológica em fêmeas</b>	<b>Descrição histológica em machos</b>
<b>Repouso</b>	Ausência de folículos ou de folículos muito pequenos e alongados com células do epitélio germinativo sem diferenciação.	Ausência de folículos ou de folículos muito pequenos e alongados com células do epitélio germinativo indiferenciada.
<b>Pré-maturação</b>	Folículos alongados e isolados ainda com muito tecido conjuntivo. Presença de alguns gonócitos primordiais, ovogônias e ovócitos em pré-vitelogênese.	Folículos pequenos e isolados, ainda com muito tecido conjuntivo. Presença de gonócitos primordiais, espermatogônia e espermatócitos.
<b>Maturação</b>	Folículos mais próximos, pouco tecido conjuntivo com células sexuais em diferentes estágios de desenvolvimento.	Folículos mais próximos, com células sexuais em diferentes estágios de desenvolvimento. Espermatozoides no centro do folículo.
<b>Maduro</b>	Folículos justapostos, densamente preenchidos com gametas maduros. Predominância de ovócitos maduros alguns com núcleo maduro.	Folículos justapostos, densamente preenchidos com espermatozoides com flagelo orientado para o lúmen.
<b>Desova e reabsorção</b>	Folículos com gametas remanescentes, alguns alongados, quebrados ou se degenerando. Algumas vezes é observado o re-desenvolvimento das células germinativas dos folículos, com a presença de ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento. Tecido conjuntivo começa a se desenvolver entre os folículos.	Folículos com gametas remanescentes, espermatozoides se degenerando. Tecido conjuntivo começa a se desenvolver entre os folículos.

Fonte: Gomes (2009).

Em relação à proporção sexual entre os organismos analisados para a Ilha Mem de Sá (Figura 7.10), verificou-se a predominância de indeterminados (46,7%), seguido de machos (33,3%) e fêmeas (20%). No estudo realizado por Galvão et al. (2000) com *C. brasiliana* da região de Cananéia (São Paulo) também foi verificado que entre os meses de agosto e novembro as ostras se encontravam em todos os estágios de desenvolvimento gonádico, sendo que no mês de agosto

grande parte dos exemplares apresentaram-se em pré-maturação. Os dados obtidos nesse estudo para Mem de Sá coincidiram com os descritos por Galvão et al. (2009), visto que o maior número de indivíduos classificados como indeterminados pode ser justificado através do ciclo reprodutivo, já que grande parte estava em repouso, pré-maturação ou em processo de reabsorção.

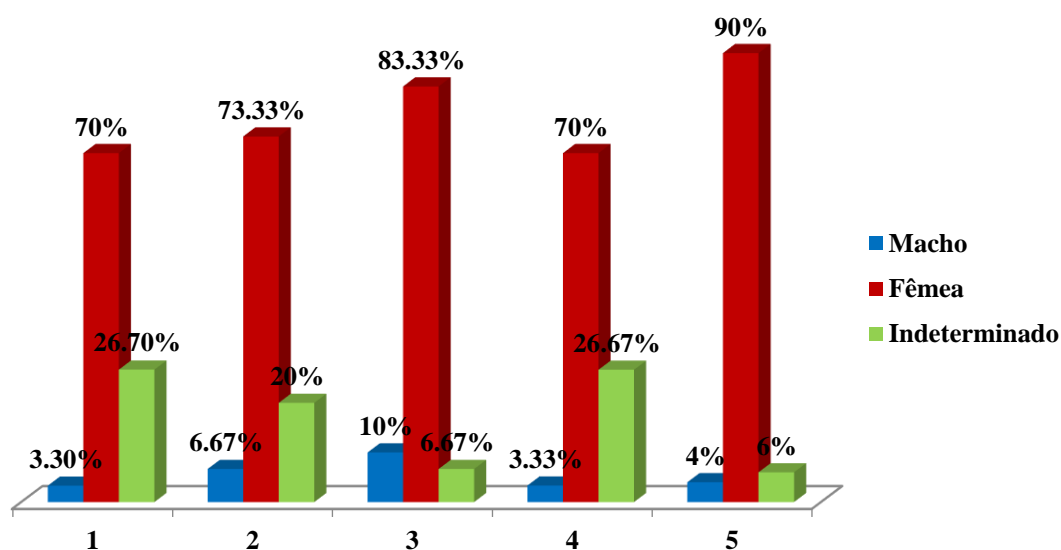
Figura 7.10 - Porcentagem de gêneros dos exemplares de *Crassostrea brasiliana* provenientes da coleta piloto (Ponto 0), Ilha Mem de Sá, estuário do Vaza-Barris, Itaporanga D'Ajuda/SE.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2016.

Nas amostras de São Cristóvão, em 2017 (período de estiagem), notou-se predominância de fêmeas para os cinco pontos, porém os pontos 3 (83,33%) e 5 (90%) destacaram-se por apresentarem maiores porcentagem; a proporção de exemplares indeterminados foi maior nos pontos 1 (26,70%) e 4 (26,67%), diferindo do ponto 5 (6%), que mostrou o menor número; já para os exemplares machos, observou-se que os pontos 3 (10%) e 2 (6,67%) apresentaram maior porcentagem, em contrapartida o ponto 1 (3,30%) registou o menor número (Figura 7.11). A proporção de exemplares fêmeas, obtida para São Cristóvão assemelha-se com a de alguns autores, como, por exemplo, Lenz (2008), Lenz e Boehn (2011) para Camamu-Bahia, pois os mesmos observaram uma proporção maior de fêmeas se comparada com as demais classes. Castilho-Westphal (2012) também citou que a reprodução de *C. brasiliana* na baía de Guaratuba (Paraná), ocorre durante todo o ano, porém com maior intensidade nos meses mais quentes, e com predominância de fêmeas.

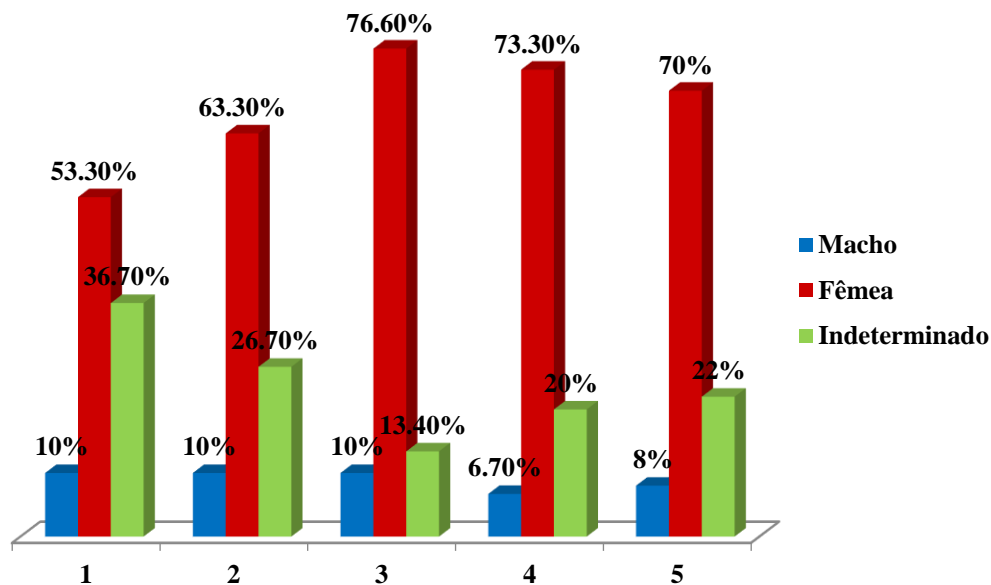
Figura 7.11 - Porcentagem de gêneros dos exemplares de *C. brasiliiana* provenientes de cinco pontos localizados no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE, no período de estiagem.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2017.

As ostras coletadas em 2018, período chuvoso, apresentaram em todos os pontos, uma maior porcentagem de fêmeas (Figura 7.12), com destaque para os pontos 3 (76,60%) e 4 (73,30%), seguido do ponto 5 (70,00%). Em contrapartida, a localidade 1 contou com o menor número de fêmeas (53,30%). Em relação aos machos, os pontos 1, 2 e 3 apresentaram a mesma porcentagem (10%), enquanto o ponto 4 a menor (6,70%). É importante frisar que, o número de ostras classificadas como indeterminadas foi superior ao de machos em todas as cinco pontos. Isso pode ter ocorrido, devido as mesmas encontrarem-se em estágio de repouso ou de pré-maturação, dificultando assim a identificação da classe. Nos exemplares de *C. brasiliiana* analisados por Gomes (2009) para a praia de Sambaqui, Florianópolis (Santa Catarina), a proporção entre machos e fêmeas foi variada durante todo período, porém os indeterminados apareceram em maior número no inverno e início da primavera. O autor ainda mencionou que os indivíduos por ele estudados mostraram desenvolvimento sincronizado, com machos e fêmeas atingindo a maturidade no mesmo momento.

Figura 7.12 - Porcentagem de gêneros dos exemplares de *C. brasiliiana* proveniente de cinco pontos localizados no estuário do Vaza-Barris, São Cristóvão/SE, no período chuvoso.



Fonte: Josevânia de Oliveira, 2018.

A presença de indivíduos hermafrodita não foi observada nas amostras coletadas no mês de agosto na Ilha Mem de Sá (2016) e nem nas obtidas em outubro (2017) e julho (2018) nos cinco pontos em São Cristóvão/SE. Diante disso, constatou-se que os dados aqui registrados se assemelham aos obtidos por Castilho-Westphal (2012) na baía de Guaratuba (Paraná), visto que na população amostrada por ele a presença de organismos hermafroditas foi esporádica, sendo notados apenas durante os meses de setembro e dezembro. Segundo Lango-Reynoso et al. (2000), baseando-se nas características sexuais de representantes do gênero *Crassostrea*, o hermafroditismo pode ser considerado um estágio de transição entre diferentes gêneros, mas com uma forte tendência de se tornarem fêmeas. Além disso, a frequência de hermafroditismo pode também estar relacionada com a idade das ostras e com as condições do ambiente no qual estavam inseridas. Gomes (2009) ressaltou que a incidência de hermafroditismo nas populações de ostra do gênero *Crassostrea* é baixa.

#### 7.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse estudo notou-se que os parâmetros ambientais desempenham importante papel no ciclo biológico da ostra *C. brasiliiana*. Pois, mesmo esta espécie apresentando estratégia fisiológica e comportamental que possibilite preservar o funcionamento equilibrado do organismo foi possível perceber que a salinidade, temperatura e pH influenciaram diretamente no processo de

reprodução, desenvolvimento, crescimento, filtração e até mesmo na distribuição desses organismos no ambiente.

As ostras analisadas para o manguezal do Vaza-Barris mostraram-se em estágio adulto e em atividade sexual. Contudo, os indivíduos provenientes do período chuvoso apresentaram altura, comprimento, largura e peso vivo superiores se comparados a aqueles obtidos no período de estiagem. Além disso, os organismos da Ilha Mem de Sá exibiram dados biométricos (altura, comprimento, largura e peso vivo) maiores. Dentre os pontos pesquisados, o ponto 5 (out/17 e jul/18) destacou-se dos demais por registrar os espécimes com maiores dados biométricos e maior número de organismos *in situ*, o que pode estar relacionado com a sua localização mais próxima ao oceano, e consequentemente com a maior disponibilidade de nutrientes e maior variação de salinidade.

Em relação aos parâmetros ambientais, a salinidade foi o único fator que esteve dentro da faixa de tolerância para *C. brasiliana*; a temperatura em ambas as coletas se mostrou dentro da faixa favorável para a espécie, contribuindo para a eficiência da taxa de crescimento e de alimentação, metabolismo e reprodução; e o pH também apresentou-se na faixa favorável para o gênero *Crassostrea*, já que em áreas estuarinas este parâmetro apresenta tendências mais básicas devido ao aporte de água salgada.

O teste ANOVA apontou que os Pontos e os Anos tiveram efeitos estatisticamente significativos nas diferentes médias amostrais da altura da concha das ostras, pH e salinidade. A análise de contraste confirmou que entre os dois anos o ponto 5 apresentou um decréscimo na altura média da concha e o grupo 1 uma elevação da média, indicando assim que algum fenômeno afetou negativamente a altura média do grupo 5. O chumbo (Capítulo 6) poderia ser uma evidência, já que apresentou biodisponibilidade apenas no período chuvoso, e no ponto 1 não foi constatado sua presença, diferentemente do ponto 5, que apresentou a maior concentração. Porém, é necessário um estudo mais detalhado para verificar se existe ou não alguma relação.

A presença de células germinativas foi um fator determinante na diferenciação do sexo, juntamente com a presença de folículo em processo de reabsorção, ou em fase de desova, bem como gônada em processo de maturação com espermatozoides ou com ovócitos, que contribuíram na diferenciação dos indivíduos machos e fêmeas. A proporção sexual dos organismos de Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) apontou predominância de organismos indeterminados e menores porcentagens de fêmeas. Considerando que, as amostras foram obtidas no final do mês de agosto, período em que a temperatura é mais baixa, sugere-se que grande parte dos exemplares se



encontraram em estágio de pré-maturação, dificultando assim a diferenciação entre machos e fêmeas, e justificando o maior número de organismos classificados como indeterminados.

Nas amostras de São Cristóvão notaram-se para os períodos de estiagem e chuvoso semelhança na proporção de fêmeas, com predominância das mesmas nos cinco pontos, seguidos de indeterminados e machos. Apesar disso, a porcentagem de indeterminados foi maior nas amostras obtidas em julho/18, período caracterizado por apresentar temperaturas mais baixas e um maior número de organismos em processo de repouso e pré-maturação, com menor número de folículos e

Os resultados aqui obtidos sugerem que há uma reprodução contínua de *C. brasiliiana* ao longo do ano no manguezal do Vaza-Barris, com maior atividade reprodutiva nos meses com temperaturas e pH mais elevados, e salinidades mais baixas, como foi constatado no mês de outubro/17. Ademais, a presença de indivíduos hermafroditas não foi verificada em nenhum período analisado.

Para o estado de Sergipe, as pesquisas referentes às ostras do gênero *Crassostrea* são precárias, sendo necessária a realização de estudos mais aprofundados relacionados ao desenvolvimento, crescimento, reprodução, entre outros, principalmente por se tratar de uma espécie nativa dos manguezais sergipanos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Apoio à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora; em especial ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS), pelo auxílio e apoio da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABSHER, T.M.; VERGARA, E.M.; CHRISTO, S.W. Growth and allometry of the larval shell of the Brazilian oyster *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) (BIVALVIA: OSTREIDAE). *Ophelia*, v.53, n.2, p.105-112, 2000.
- ALCÂNTARA, A. V. Caracterização da Pesca Desenvolvida no Estuário *In*: ALCÂNTARA, A. V. (coord.). **Avaliação Ecológica Preliminar do Estuário do rio Vaza-Barris (Período Chuvoso de 1999)**. São Cristóvão: Núcleo de Estuários e Manguezais-UFS. Relatório técnico apresentado à Equipe de Estudos da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) em Atendimento ao Contrato JICA-FAPESE N° 09/99 e ao Convênio FAPESE-UFS N° 42/99.
- ARAGÃO, C. O. M.; MELO e SOUZA, R. O cotidiano da pesca artesanal na Ilha Mem de Sá-Itaporanga D'Ajuda. 1ª **Seminário Espaço Costeiro**, realizado por Grupo Costeiros. [serial on the Internet]. 2011. Disponível em. <<http://www.costeiros.ufba.br/Semin%C3%A1rio/Eixo%201/ARAG%C3%83O,%20M.%20C.O.%20SOUZA,%20R.%20M.e%20O%20cotidiano%20da%20pesca%20artesanal%20na%20ilha%20Mem%20de%20S%C3%A1-Itaporanga%20d'Ajuda.PDF>>. Acessado em: 11 de jul. de 2018.
- AMARAL, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) do Atlântico Oeste**. Dissertação (Mestrado em Biociências), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, p.99, 2010.
- AREIAS, D. L. L.; MELO, C. M. R.; GOUVEIA, A. J. R. **Efeito da salinidade e temperatura no assentamento da ostra *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e indução da desova da ostra *Crassostrea gigas* (Thundberg, 179)**. Dissertação (Mestrado em Recursos Biológicos Pesqueiros), Programa de Pós-Graduação em Recursos Biológicos Pesqueiros, Universidade do Porto, p.74, 2012.
- BRITO, L. **Efeito da salinidade sobre o crescimento da ostra nativa *Crassostrea* sp. como subsídio ao desenvolvimento da maricultura de espécies nativas em mar aberto, Pontal do Paraná**. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiro e Oceânico), Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiro e Oceânico, Universidade Federal do Paraná, Paraná, p. 49, 2008.
- CASTILHO-WESTPHAL, G. C. **Ecologia da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em manguezais da Baía de Guaratuba-PR**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, p.118, 2012.
- CARVALHO, M. E. S. Vulnerabilidade hídrica na bacia sergipana do rio Vaza-Barris. **RAEGA**, 25, p. 186-217, 2012.
- CHAGAS, R. A.; HERRMANN, M. Indução a desova de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Bivalvia: Ostreidae) através de métodos físico-químicos em condições controladas. **Acta of Fisheries and Aquatic Resourece**. v. 3, n.2, p. 24-30, 2015.
- CHRISTO, S.W. **Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, p.146, 2006.

CPRM. Estado de Sergipe. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Estado-de-Sergipe-395.html>>. Acesso em: 2 de abr. 2019.

FIGUEIREDO, J. F. **Monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água de cultivo de ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em uma comunidade de ostreicultores no estado do Pará.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do estado do Pará, p.51, 2015.

FOSTER, C.; AMADO, E. M.; SOUZA, M. M.; FREIRE, C. A. Do osmoregulators have lower capacity of muscle water regulation than osmoconformers? A study on decapods crustaceans. **Journal of Experimental Zoology**, v. 313, p. 80-94, 2010.

FUNO, I. C. S. A.; ANTONIO, I.G.; MARINHO, Y. F.; Alfredo Olivera GÁLVEZ, A. O. Influência da salinidade sobre a sobrevivência e crescimento de *Crassostrea gasar*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.41, n.4, p. 837-847, 2015.

GALVÃO M. S. N.; PEREIRA O. M.; MACHADO, I. C.; HENRIQUE M. B. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliiana* de manguezais do estuário de Cananéia, SP (25°S; 48°W). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, p.147-162, 2000.

GOMES, C. H. A. M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, p.57, 2009.

GRADVOHL, M. P. G. M. **Avaliação técnico-financeira de um cultivo da ostra-domangue *Crassostrea brasiliiana* (LAMARCK, 1818) na comunidade de Graciosa, município de Taperoá, Bahia.** Dissertação (Mestrado em Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p.73, 2014.

GOMES, C. H. A. M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório.** Dissertação (Mestrado em Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, p.57, 2009.

GOMES, C. H. A. M. A; SILVA, F. C. A; LOPES, G. R. A; MELO, C. M. R. A. The reproductive cycle of the oyster *Crassostrea gasar*. **Brazil Journal of Biology**, v.74, n. 4, p. 967-976. 2014.

HORODESKY, A. **Influência de fatores físicos, químicos e biológicos sobre a sobrevivência e sobre a qualidade sanitária de ostras (*Crassostrea* spp.) em diferentes regiões do Brasil.** 2017. 141. Tese (Doutorado Ciências Biológicas) do Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 2017.

IMAI, T. The Evolution Of The Oyster Culture. In: ROTTERDAM, A.A. **Aquaculture in Shallow Sea.** Balkema, p.115-262, 1977.

LANGO-REYNOSO, F.; CHÁVEZ-VILLALBA, J.; COCHARD, J. C.; LE PENNEC, M. Oocyte size, a means to evaluate the gametogenic development of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). **Aquaculture**, v.190, p.183-199, 2000.

LEGAT, J. F. A. **Reprodução e cultivo de *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) nos estados de Maranhão e Santa Catarina.** (Doutorado em Aquicultura), Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, p. 120, 2015.

LENZ, T. M. **Biologia reprodutiva da ostra-do-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Bivalvia: Ostreidae) como subsídio à implantação de ostreicultura na Baía de Camamu (BA). Ilhéus-BA.** Dissertação (Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais), Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Universidade Estadual de Santa Cruz, p.54, 2008.

LENZ, T.; BOEHS, G. Ciclo reproductivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Bahia, Brasil. **Revista de Biología Tropical**, v.59, n.1, p.137-149, 2011.

QUAYLE, D. B. Ostras tropicales: cultivo y métodos. **Ottawa, Internacional Development Research Center**, p.84, 1981.

MATOZZO, V; MARIN, M. G. Bivalve immune responses and climate changes: is there a relationship?. **Invertebrate Survival Journal**, v.8, p.70-77, 2011.

MELO, A. S.; NETTO, A. O. A.; NETO, J. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; MAGALHÃES, L. T. S.; FERNANDES, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.93-98, 2006.

MONTANHINI NETO, R. M. **Influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba, Brasil.** 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2011.

MONTANHINI NETO, R.; OSTRENSKY, A. Revisão: Uso de modelos matemáticos para avaliação da influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras no Brasil. **PUBVET**, Londrina, v.6, n.4, p. 1284, 2012.

OLIVEIRA, L. F.S.; FERREIRA, M. A. P.; JUAN, L.; NUNES, Z. M. P.; PANTOJA, J. C. D.; PAIXÃO, L. F.; DELIMA, M. N. B. ; ROCHA, R. M. Influence of the proximity to the ocean and seasonality on the growth performance of farmed mangrove oysters (*Crassostrea gasar*) in tropical environment. **Aquaculture**, p. 495 661–667, 2018.

PEREIRA, O. M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M. B.; YAMANAKA, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP (25° S, 48° W). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, n.2, p. 163 - 174, 2001.

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; MACHADO, I. C. Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliiana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.29, n.1, p.19-28, 2003.

RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) no estuário de PaquatuaAlcântara/MA, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, Universidade Federal do Maranhão, v.17, n.1, p.29-42, 2004.

RAMOS, S. V. C. **Avaliação a concentração de metais traço em ostra de mangue (*Crassostrea rhizophorae* guilding, 1828), sururu (*Mytella charruana d'orbigny, 1846*) e sedimentos superficiais no estuário do rio Formoso, Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, p.106, 2011.

RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. Rio Grande, RS, Ed. Fundação Universidade Rio Grande, 1994. 368p.

ROSA, L. C. Crescimento e sobrevivência da ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) mantida em um viveiro de cultivo de camarão. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.47, n.1, p.64-68, 2014.

VASCO, A. N.; JÚNIOR, A. V. M.; SANTOS, A. C. A. S.; RIBEIRO, D. O.; TAVARES, E. D.; NOGUEIRA, L. C. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza-Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. **Scientia Plena**, v. 6, n. 9, 2010.

VINATEA, L. A. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. UFSC, Florianópolis. 1999, 310p.

VILAR, T. C. **Crescimento da ostra-do-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) cultivada em Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil. Recife-PE**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Oceanografia do Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, p.33, 2012.

VILAR, T. C.; TENÓRIO, D. O.; FEITOSA, F. A. N. Criação experimental da ostra-do-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em barra de São Miguel, Alagoas. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 40, n. 2, p. 296-308, 2012.

WIELOCH, A. **Ciclo sexual de *Crassostrea rhizophorae* (Guliding, 1828) (Molusca-Bivalvia) do estuário do Rio Paraíba do Norte**. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p.57, 1990.

SIQUEIRA, K. L. F. **Avaliação do sistema de cultivo de ostra do gênero *Crassostrea* (Sacco, 1897) no estuário do rio Vaza-Barris (Sergipe)**. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju-SE, p.79, 2008.

SIQUEIRA, K.L.F.; ARAÚJO, E.D.; PADILHA, F.F.; ARAÚJO, J.M.E. Aspectos Sanitários da água e das ostras nativas do gênero *Crassostrea* cultivadas no Rio Vaza Barris (SE). **Revista Eletrônica de Biologia**, v.3, n.2, p.76-88, 2010.

SILVA, T. F. **Identidade e diversidade genética de espécies de ostras nativas no estado de Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, p.45, 2015.

## **CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O manguezal é um ecossistema altamente resiliente e resistente que compreende formações florestais que existem em áreas abrigadas do litoral tropical e subtropical, na região de convergência entre o continente e o mar. Este ecossistema apresenta uma biodiversidade riquíssima, desempenha papel relevante na manutenção da vida marinha de algumas espécies, como da ostra *Crassostrea brasiliana*, atua na ciclagem de nutrientes, e é responsável por diversos aspectos do bem-estar das sociedades humanas. Devido à sua relevância, nos últimos anos a ação antrópica tem alterado toda a sua estrutura provocando desequilíbrio ecológico e consequentemente podendo levar à extinção de espécies essenciais para a manutenção desse ambiente.

Em Sergipe, uma parcela considerável dos manguezais presente principalmente em Itaporanga D'Ajuda e em São Cristóvão, vem sendo devastada, ocorrendo sua ocupação, por salinas, viveiros e canais artificiais, indústrias, obras da construção civil, e expansão imobiliária, tudo isso tem alterado profundamente a circulação da água, modificando os ciclos das marés e, reduzindo o ingresso de nutrientes. As áreas estuarinas são identificadas com base na sua dinâmica ambiental, as quais possibilitam diagnosticar e avaliar os riscos socioambientais, ocasionados pelas ações antropogênicas em relação às diversificadas formas de uso e ocupação do solo.

Este trabalho de tese foi construído a partir do seguinte problema de pesquisa: *é possível identificar alguma espécie de molusco existente no estuário do rio Vaza-Barris/SE que apresente as características de um bom indicador das condições ambientais?*

Os resultados obtidos nesse estudo apontaram que *Crassostrea brasiliana* é uma espécie que pode ser utilizada como um bom bioindicador. As análises das ostras revelaram as condições ambientais do estuário: foram identificadas as concentrações de metais e suas diferenças nos períodos de estiagem e chuvoso, e a influência dos parâmetros ambientais no processo de filtração e consequentemente na acumulação dos contaminantes nos tecidos de *C. brasiliana*. Além disso, os dados biométricos indicaram que todas as ostras se encontraram em estágio ontogenético adulto, o que pode ter contribuído para melhor demonstrar a sanidade ambiental da área, já que quanto mais avançado o estágio maior tempo de exposição do organismo às alterações ambientais.

Diante do exposto, pode-se responder ao primeiro questionamento complementar proposto nesta pesquisa: *é possível identificar e descrever os impactos ambientais e socioeconômicos da ostreicultura e carcinicultura marinha na região Nordeste do Brasil?*

Com a perspectiva de sanar essa indagação foi realizado o levantamento dos dados secundários por meio de pesquisa documental e revisão bibliográfica. Os resultados apontaram que,

na região Nordeste, grande parte dos empreendimentos de ostreicultura e, principalmente, de carcinicultura são geridos inadequadamente, colocando em risco a sustentabilidade técnica, econômica e ambiental dessas atividades. Apesar de o Nordeste brasileiro destacar-se na produção de camarão, ainda é preciso que muito seja feito para minimizar os impactos ambientais. A ostreicultura no Nordeste brasileiro ainda é pouco expressiva, necessitando de implantação de programas e políticas públicas que visem ao desenvolvimento dessa atividade, especialmente para as comunidades costeiras que têm o extrativismo de ostras como principal fonte de alimento e renda.

A ostreicultura e a carcinicultura são indiscutivelmente relevantes socioeconomicamente, gerando emprego e desempenhando significativo papel na economia do país. É necessário, portanto, adotar planejamento ambiental que respeite o código de boas práticas, associado a cursos de capacitação para os produtores e o desenvolvimento tecnológico para o aprimoramento dos cultivos de ostra e camarão, objetivando torná-los menos impactantes e mais rentáveis.

Com o crescimento da carcinicultura marinha e a instalação de viveiros em áreas impróprias, revela-se o questionamento a seguir: *Os empreendimentos de carcinicultura marinha pode provocar impactos ambientais negativos no manguezal do rio Vaza-Barris, em São Cristóvão/SE?*

Foi realizado o levantamento bibliográfico referente aos impactos ambientais provocados pelas instalações de viveiros de camarão na área de manguezal no Vaza-Barris, e analisado o processo de licenciamento da carcinicultura para esse ecossistema. Como resposta, o levantamento indicou que os principais impactos ambientais se referem à supressão do ecossistema manguezal, alterações no padrão de circulação hídrica e eutrofização do estuário, adubação contínua, renovação constante de água e arrasto em excesso, o uso de espécie exótica a disseminação de doenças. Além disso, em Sergipe, e principalmente em São Cristóvão, grande parte do cultivo de camarão marinho é realizado de forma irregular e sem licenciamento.

Em relação aos indicadores propostos, desmatamento da área, falta de manejo adequado e epidemias provavelmente serão os indicadores mais relevantes para auxiliar na identificação e mitigação dos impactos provocados pelos empreendimentos de carcinicultura na área do presente estudo. Portanto, faz-se necessário uma fiscalização mais intensiva e o cumprimento da legislação ambiental vigente, pois mesmo após a ação movida pelo ministério público, poucas mudanças ocorreram em relação à regularização dos empreendimentos de carcinicultura presente no manguezal do Vaza-Barris.



Em se tratando de atividades realizadas em áreas próximas ou mesmo nos manguezais sergipanos, surge a seguinte indagação: *Seria possível identificar o perfil socioeconômico dos catadores de moluscos das comunidades Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) e Tinharé (São Cristóvão) em Sergipe, através da aplicação de questionários, especialmente no tocante à coleta de ostras do gênero Crassostrea?*

Para tal, realizou-se o levantamento bibliográfico e visitas as comunidades de Mem de Sá e Tinharé para obter informações e realizar a aplicação de questionários semiestruturados ao grupo de marisqueiros de ambas comunidades. O método utilizado foi “Bola de Neve” (*Snowball*), o qual permitiu localizar indivíduos com perfil necessário para a pesquisa. Observou-se similaridade nas respostas dos pesquisados, referente à predominância do gênero feminino, renda familiar, grau de escolaridade, número de filhos e coleta de lixo. Nas duas comunidades, a mariscagem é uma atividade realizada mais pelas mulheres e, que os homens só participam quando não estão exercendo outra atividade. Verificou-se uma estreita relação entre as precárias condições de vida apresentadas pelas comunidades Mem de Sá e Tinharé, com o baixo nível de remuneração e escolaridade, associado à necessidade de realizar a mariscagem como principal fonte de renda familiar ou como complementação da mesma. Faz-se necessário um intercâmbio de informações entre o poder público, a comunidade científica e as comunidades tradicionais, para que sejam desenvolvidos projetos e ações eficazes que tornem a mariscagem uma atividade socioeconômica mais sustentável e valorizada.

Considerando-se que *Crassostrea brasiliiana* é uma espécie de ostra nativa do litoral sergipano, emergiu a seguinte pergunta: *Crassostrea brasiliiana (Lamarck, 1819) pode ser um ostreídeo indicado no biomonitoramento de contaminantes químicos (teores de zinco, cobre, ferro, manganês e chumbo) presentes no estuário do rio Vaza-Barris?*

Para responder ao questionamento realizou-se duas coletas, uma no período de estiagem (out/17) e a outra no período chuvoso (jul/18), em cinco pontos localizados no estuário do Vaza-Barris, também foram analisados os dados biométricos e físico-químicos. Os resultados apontaram que *C. brasiliiana* é um bom indicador das condições ambientais de manguezais, pois permitiu analisar e comparar as concentrações de cobre, ferro, zinco, manganês e chumbo em diferentes sazonalidades no manguezal do Vaza-Barris. Além disso, todos os exemplares de ostras encontraram-se em estágio adulto, o que pode ter contribuído para melhor obtenção das concentrações dos metais. Em ambos períodos, a temperatura e pH mostraram-se na faixa favorável para o desenvolvimento dessa espécie, diferentemente da salinidade que se encontrou na faixa de tolerância.

As concentrações de metais nos tecidos de *C. brasiliiana* mostraram que no período de estiagem o Zn apresentou o maior teor seguido de Fe, Cu e Mn, e o Pb não foi encontrado; já no período chuvoso, o Zn demonstrou valor mais elevado, seguido do Fe, Pb, Cu e Mn. Dentre os metais aqui analisados, pode-se afirmar que o cobre foi o único elemento que entre os dois períodos demonstrou teores mais elevados no período de estiagem. Enquanto isso, os demais revelaram índices maiores no período chuvoso, inclusive o Pb apareceu apenas nesse período. Além disso, apenas a concentração de cobre encontrou-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, já os demais estão acima e representa risco ao meio ambiente e ao ser humano, não sendo recomendado o consumo dessas ostras, principalmente no período chuvoso, devido aos elevados teores de chumbo. Recomenda-se maior eficácia no estabelecimento de medidas higiênico-sanitária para o acompanhamento físico, químico e microbiológico do ambiente de origem das ostras, visto que nas últimas décadas a extração, comercialização e consumo desses organismos têm aumentado consideravelmente. Além disso, o desenvolvimento de ações em conjunto entre o Estado, o Município e a população a fim sanar ou reduzir os impactos ambientais presentes na área de estudo.

As espécies de ostras pertencentes ao gênero *Crassostrea* apresentam estratégias fisiológicas e comportamentais para manter o funcionamento equilibrado do seu organismo, quando submetido a alterações de temperatura, pH e salinidade do meio. Partindo desse pressuposto: *C. brasiliiana* apresenta sensibilidade aos fatores ambientais como temperatura, pH, e salinidade, em período de estiagem e chuvoso no estuário do Vaza-Barris?

Para alcançar os resultados dessa questão, foram realizadas três coletas, a primeira na Ilha Mem de Sá (piloto), em Itaporanga D'Ajuda, em agosto/2016 e as demais em outubro/17 e julho/18, ambas em São Cristóvão/SE. Durante as coletas foram obtidos os exemplares de ostras e os parâmetros ambientais. Os parâmetros ambientais desempenham importante papel no ciclo biológico da ostra *C. brasiliiana*, visto que a salinidade, a temperatura e o pH influenciaram diretamente no processo de reprodução, desenvolvimento, crescimento, obtenção de alimento, filtração e na distribuição desses animais no ambiente. As ostras mostraram-se em estágio adulto e em atividade sexual. Os exemplares do período chuvoso apresentaram altura, comprimento, largura e peso vivo superior, sendo que os organismos da Ilha Mem de Sá exibiram dados biométricos mais elevados.

A salinidade foi o único fator que esteve dentro da faixa de tolerância para *C. brasiliiana*, já que a temperatura e o pH encontraram-se dentro da faixa favorável. O teste ANOVA mostrou que as variáveis Pontos, Anos, pH e Salinidades apresentaram efeitos estatisticamente significativos nas diferentes médias amostrais da altura da concha das ostras. O contraste apontou que entre os dois

anos o ponto 5 teve um decréscimo na altura média da concha e o grupo 1 uma elevação da média, sugerindo que algum fenômeno comprometeu negativamente a altura média do grupo 5. O chumbo poderia ser uma evidência, porém é preciso um estudo minucioso para verificar a existência de alguma relação ou não.

A proporção sexual das ostras de Mem de Sá (Itaporanga D'Ajuda) apontou predominância de organismos indeterminados e menores porcentagens de fêmeas. As ostras de São Cristóvão, coletadas nos períodos de estiagem e chuvoso apresentaram semelhança na proporção de fêmeas, com predominância das mesmas nos cinco pontos, seguidos de indeterminados e machos. Apesar disso, a porcentagem de indeterminados foi maior nas amostras obtidas em julho/18. No manguezal do Vaza-Barris *C. brasiliiana* reproduz-se ao longo do ano, com maior atividade reprodutiva nos meses com temperaturas e pH mais elevados, e salinidades mais baixas.

Sugere-se estudos mais aprofundados relacionados ao desenvolvimento, crescimento, e reprodução de *C. brasiliiana*, espécie nativa dos manguezais sergipanos, a fim de compreender melhor a relevância dessa espécie, não somente para as comunidades litorâneas, como também para a avaliação das alterações ambientais das áreas estuarinas.

Os resultados obtidos neste estudo apontam que outras medidas podem ser adotadas com a finalidade de auxiliar na avaliação da sanidade ambiental da área de estudo e na compreensão da importância das ostras para as comunidades litorâneas:

- Necessidade de desenvolvimento de estudos mais detalhados dos impactos ambientais provocados pela carcinicultura e ostreicultura nas áreas de manguezais do Nordeste brasileiro, e a obtenção de dados mais robustos que mostrem a relevância socioeconômica dessas atividades para as comunidades costeiras;
- Realização de um levantamento dos empreendimentos de carcinicultura presentes em Sergipe, especialmente em São Cristóvão, e da integração do poder público, órgãos fiscalizadores e instituições de pesquisa no desenvolvimento de ações que possam sensibilizar os produtores em relação aos danos ambientais provocados por essa atividade, e como sanar esses danos;
- Mapeamento das comunidades Mem de Sá e Tinharé com a finalidade de identificar todos os envolvidos na atividade de mariscagem, e assim criar um banco de dados que auxilie no desenvolvimento de pesquisas nas áreas ambiental, social e econômica;
- Monitoramento da qualidade físico-química da água e do sedimento do estuário do rio Vaza-Barris, a fim de subsidiar ações de proteção ou recuperação da área e

sinalizar o potencial risco de contaminação dos organismos, especialmente relacionado às concentrações de chumbo;

- Estudo das estratégias fisiológicas e comportamentais desenvolvidas por *Crassostrea brasiliana* para suportar e manter seu organismo em equilíbrio quando submetida a diferentes alterações de temperatura, pH e salinidade.

Por fim, os dados obtidos neste trabalho servirão de subsídio e incentivo para a elaboração e realização de estudos que utilizem *Crassostrea brasiliana* como bioindicadora da qualidade ambiental, já que a espécie permitiu avaliar as mudanças ocorridas no manguezal do rio Vaza-Barris. O biomonitoramento com *C. brasiliana* pode ser uma ferramenta importante em programas de monitoramento ambiental, podendo auxiliar na realização de futuras ações integradas que viabilizem o desenvolvimento sustentável das atividades antropogênicas, no sentido de identificar e minimizar os impactos ambientais causados na área de estudo e em outros manguezais sergipanos.

## ANEXO I

### Questionário

1. Sexo:

Masculino ( )      Feminino ( )

2. Idade: \_\_\_\_\_

3. A cor ou raça do (a) é:

Branca ( )    Preta ( )      Amarela ( )      Parda ( )      Indígena ( )

4. Grau de escolaridade:

Analfabeto ( )    Alfabetizado ( )    Ensino Fundamental ( )    Ensino Médio ( )      Ensino Superior ( )

5. Número de filhos: \_\_\_\_\_

6. A água utilizada no domicílio é proveniente de:

Rede geral de distribuição ( )    Poço ou nascente ( )    Outra proveniência (especifique)

7. O lixo do domicílio é:

Coletado diretamente ( )    Queimado ou enterrado na propriedade ( )    Jogado em terreno baldio ou logradouro ( )    Jogado em rio, lago ou mar ( )    Outro destino (especifique) ( )

8. Tempo que reside na área:

Até 2 anos ( )    Entre 2 e 4 anos ( )    Acima de 5 anos ( )

9. Renda familiar:

Até 1 salário mínimo ( )    Entre 2 e 3 salários mínimos ( )    Acima de 3 salários mínimos ( )

10. Cadastramento em associação:

Sim ( )      Não ( )

11. Tempo de exercício da atividade de mariscagem na área:

Até 2 anos ( )    Entre 2 e 4 anos ( )    Acima de 5 anos ( )

12. Local de coleta das ostras: \_\_\_\_\_

13. Consome ostras:

Sim ( )      Não ( )

14. Quantos dias por semana coletam ostra:

Até 2 dias ( )    Entre 3 a 4 dias ( )    Acima de 4 dias ( )

15. Quantidade em horas/dia que mariscam (ostra):

Até 2 horas ( )    Entre 2 a 4 horas ( )    Acima de 4 horas ( )

16. Destino das ostras:

Consumo próprio ( )    Feira livre ( )    Diretamente a compradores ( )

17. Mudanças nos últimos dois anos na quantidade de ostra:

Aumento ( )      Redução ( )      Sem alteração ( )

19. Mudanças no tamanho da ostra ocorridas ao longo do tempo:

Sim ( )      Não ( )

20. Mudanças na qualidade da ostra (sabor da carne) ocorridas ao longo do tempo:

Sim ( )      Não ( )

21. Alteração morfológica (formato ou aparência) na concha da ostra:

Sim ( )      Não ( )

22. Proximidade com fontes poluidoras:

Carcinicultura ( )    Indústrias ( )    Agricultura ( )    Área domiciliar ( )

23. O rio Vaza-Barris é poluído:

Sim ( )      Não ( )

## ANEXO II

## Orçamento

INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Trzeze de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

## Proposta de Serviços de Ensaios ITPS 179/16

Revisão 00

<b>Cliente</b>	Josevânia de Oliveira	<b>Telefone</b>	(79)988037428
<b>Endereço</b>	Rua Manoel da Lapa	<b>Fax</b>	
<b>CNPJ/CPF</b>	019.409.895/82	<b>Contato(s)</b>	Josevânia de Oliveira
<b>E-Mail</b>	josioliveira@hotmail.com	<b>I. Estadual</b>	

Item	Ensaio	Quant.	Valor unitário	Valor parcial	LQ	Método
<b>1</b>	<b>Tecido de Ostra</b>	<b>20</b>	<b>64,01</b>	<b>1280,20</b>		
1.1	Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)	20	23,09	461,80	0,02g/100g	IAL (2005) 018/IV
1.2	Cobre (Cu)	20	10,23	204,60	0,02mg/100g	IAL (2005), 394/IV - AA
1.3	Ferro (Fe)	20	10,23	204,60	0,023mg/100g	IAL (2005), 394/IV - AA
1.4	Zinco (Zn)	20	10,23	204,60	0,017mg/100g	IAL (2005), 394/IV - AA
1.5	Manganês (Mn)	20	10,23	204,60	0,020mg/100g	IAL (2005), 394/IV - AA

<b>Valor da proposta:</b>	R\$ 1280,20
<b>Prazo para entrega de resultados</b>	15 dias

**Legenda**

LQ: Limite de Quantificação do Método.

**Observações:**

- Esta Proposta só terá validade em situação de adimplência.
- O vencimento do boleto para pagamento dos serviços é Contra Apresentação.
- As análises de **DBO** deverão ser agendadas previamente.
- Validade da proposta - 60 dias.
- Horário para recepção de amostras: segunda a sexta das 07h30min a 12h30min.
- Horário para recepção de amostra de água e para Microbiologia: segunda a sexta das 07h30min a 11h00min.
- (RBLE): Ensaio parte do escopo da acreditação deste laboratório como parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios, sob número CRL 0424 pela norma NBR ISO/IEC 17025:2005.

Aracaju, 09 de maio de 2016

Ana Virgínia Dantas  
Figueiredo  
Eng. Químico  
CRQ-SE - 08300035  
laboratórios

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

## ANEXO III

## Relatório das concentrações de metais/2017



INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Tracado de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-89

## Revisão de Relatório de Ensaios ITPS Nº 3438/17A

Revisão 01

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente

Cliente	Josevânia de Oliveira	Telefone	(79)555037425
Endereço	Rua Manoel da Lapa, 191, CEP 49500-000	Contato(s)	Josevânia de Oliveira
e-mail	josioliveira@hotmail.com	Fax	
Amostra(s)	Alimento	Recepção	03/10/17

Motivo da revisão 01: Alteração da expressão do valor do Pb.

Amostra	OSTRA - PONTO 01	Código	3438/17-01	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	1,88	g/100g	--	IAL (2005) 015f/v	04/10/17
Cobre (Cu)	0,87	mg/100g	0,02	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,59	mg/100g	0,023	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	19,30	mg/100g	0,017	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,34	mg/100g	0,020	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 02	Código	3438/17-02	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	1,64	g/100g	--	IAL (2005) 015f/v	04/10/17
Cobre (Cu)	0,41	mg/100g	0,02	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,47	mg/100g	0,023	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	14,20	mg/100g	0,017	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,62	mg/100g	0,020	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 03	Código	3438/17-03	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	2,06	g/100g	--	IAL (2005) 015f/v	04/10/17
Cobre (Cu)	1,46	mg/100g	0,02	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	7,05	mg/100g	0,023	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	19,80	mg/100g	0,017	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,25	mg/100g	0,020	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 04	Código	3438/17-04	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	2,12	g/100g	--	IAL (2005) 015f/v	04/10/17
Cobre (Cu)	0,83	mg/100g	0,02	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,41	mg/100g	0,023	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	15,70	mg/100g	0,017	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,393	mg/100g	0,020	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2005) 394f/v - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 05	Código	3438/17-05	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
--------	-----------	---------	----	--------	----------------

A Cuidado das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.




**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Tracado de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-89

**Revisão de Relatório de Ensaios ITPS Nº 3438/17A**

Revisão 01

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente

Cliente	Josevânia de Oliveira	Telefone	(79) 388037426
Endereço	Rua Manoel da Lapa, 191, CEP 49500-000	Contato(s)	Josevânia de Oliveira
e-mail	jcooliveira@hotmail.com	Fax	
Amostra(s)	Alimentos	Recepção	03/10/17

Motivo da revisão 01: Alteração da expressão do valor do 1%.

Amostra	OSTRA - PONTO DE	Código	3438/17-05	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)	1,94	g/100g	--	IAL (2005) 018MV	04/10/17
Cobalto (Co)	1,04	mg/100g	0,02	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,51	mg/100g	0,025	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	12,30	mg/100g	0,017	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	9,49	mg/100g	0,020	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<6,1	mg/100g	0,05	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17

**Legenda**

LQ: Limite de Quantificação do Método.

**Informações de Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)				
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação	Quantidade aproximada	Recipiente
EO	BR	Embalagem original do produto		Perfiteinte
NV	BR	Ácido Nítrico (pH<2) e refrigeração	1000mL	Vidro

Aracaju, 25 de outubro de 2017.

 Rhaiza Lima Nunes  
Coordenadora  
CRQ 08.1.00126



 Suzana Angélica Vieira  
Nascimento  
Técnica em Química

Laboratório de Bromatologia

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

 A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em [www.itps.se.gov.br](http://www.itps.se.gov.br) na aba  
Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LBRHC CMW 404.

## ANEXO IV

## Relatório das concentrações de metais/2018



INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE

Rua Campo do Brito, Nº371, Treze de Julho, CEP 49.000-380  
Aracaju - SE - Brasil

Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-89

**Revisão de Relatório de Ensaios ITPS Nº 3438/17A**

Revisão 01

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente

Cliente	Josevânia de Oliveira	Telefone	(79) 358037426
Endereço	Rua Manoel da Lapa, 191, CEP 49500-000	Contato(s)	Josevânia de Oliveira
e-mail	josioliveira@hotmail.com	Fax	
Amostra(s)	Alimentos	Recepção	03/10/17

Motivo da revisão 01: Alteração da expressão do valor do Pb.

Amostra	OSTRA - PONTO 01	Código	3438/17-01	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	1,88	g/100g	--	IAL (2006) 015/FV	04/10/17
Cobre (Cu)	0,87	mg/100g	0,02	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,59	mg/100g	0,023	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	19,39	mg/100g	0,017	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,34	mg/100g	0,020	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 02	Código	3438/17-02	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	1,64	g/100g	--	IAL (2006) 015/FV	04/10/17
Cobre (Cu)	0,41	mg/100g	0,02	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,47	mg/100g	0,023	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	14,29	mg/100g	0,017	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,62	mg/100g	0,020	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 03	Código	3438/17-03	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	2,08	g/100g	--	IAL (2006) 015/FV	04/10/17
Cobre (Cu)	1,48	mg/100g	0,02	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	7,05	mg/100g	0,023	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	19,99	mg/100g	0,017	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,25	mg/100g	0,020	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 04	Código	3438/17-04	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzeo)	2,12	g/100g	--	IAL (2006) 015/FV	04/10/17
Cobre (Cu)	0,83	mg/100g	0,02	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,41	mg/100g	0,023	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	15,79	mg/100g	0,017	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	0,393	mg/100g	0,020	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2006) 394/FV - AA	17/10/17

Amostra	OSTRA - PONTO 05	Código	3438/17-05	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					

Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
--------	-----------	---------	----	--------	----------------

A Custódia das amostras é de 15 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para solos que é 90 dias e água que é 2 dias. Não se aplica a amostras perecíveis. Os resultados têm significado restrito e aplicam-se somente às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade. O ITPS se isenta de qualquer responsabilidade pela reprodução parcial do mesmo.


**INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO  
ESTADO DE SERGIPE**

 Rua Campo do Brito, Nº371, Trize de Julho, CEP 49.020-380  
Aracaju - SE - Brasil

 Fone (79) 3179-8081/8087 Fax (79) 3179-8087/8090  
CNPJ 07.258.529/0001-59

**Revisão de Relatório de Ensaios ITPS Nº 3438/17A**

Revisão 01

Este relatório cancela e substitui as suas revisões emitidas anteriormente

Cliente	Josevânia de Oliveira	Telefone	(79) 988037425
Endereço	Rua Manoel da Lapa, 191, CEP 49500-000	Contato(s)	Josevânia de Oliveira
e-mail	jociloliveira@hotmail.com	Fax	
Amostra(s)	Alimentos	Recepção	03/10/17

Motivo da revisão 01: Alteração da expressão do valor do %

Amostra	OSTRA - PONTO 05	Código	3438/17-05	Coleta em	03/10/17
Lote		Data de Fabricação			
Data de Validade					
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio
Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)	1,84	g/100g	—	IAL (2005) 015M	04/10/17
Cobre (Cu)	1,84	mg/100g	0,02	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Ferro (Fe)	4,51	mg/100g	0,023	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Zinco (Zn)	12,30	mg/100g	0,017	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Manganês (Mn)	8,49	mg/100g	0,020	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17
Chumbo (Pb)	<0,1	mg/100g	0,05	IAL (2005) 394IV - AA	17/10/17

**Legenda**

LQ: Limite de Quantificação do Método.

**Informações da Coleta**

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)				
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação	Quantidade aproximada	Recipiente
EO	BR	Embalagem original do produto		Pertinente
NV	BR	Ácido Nítrico (pH<2) e refrigeração	1000mL	Vidro

Aracaju, 25 de outubro de 2017.

 Rhaissa Lima Nunes  
Coordenadora  
CRQ 08.1.00126



 Suzana Angélica Vieira  
Nascimento  
Técnica em Química

Laboratório de Bromatologia

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

 A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita buscando o documento original em [www.itps.se.gov.br](http://www.itps.se.gov.br) na aba  
Serviços clicando em Resultados de Análises usando o código LIRDS/CMV 404.